



P.B 5818 - Patentlaan 2
2280 HV Rijswijk (ZH)
☎ +31 70 340 2040
TX 31651 epo nl
FAX +31 70 340 3016

Europäisches
Patentamt

Zweigstelle
in Den Haag
Recherchen-
abteilung

European
Patent Office

Branch at
The Hague
Search
division

Office européen
des brevets

Département à
La Haye
Division de la
recherche

Patentanwälte Ruff, Wilhelm,
Beier, Dauster & Partner
Postfach 10 40 36
70035 Stuttgart
ALLEMAGNE

Eingegangen

10. Sep. 2001

Patentanwälte

Handwritten: 10.10.01 Ru.

Datum/Date

10.09.01

Zeichen/Ref./Réf.

P 13889/54a/EP

Anmeldung Nr./Application No./Demande n°/Patent Nr./Patent No./Brevet n°.

99921149.3-2207-JP9902189

Anmelder/Applicant/Demandeur/Patentinhaber/Proprietor/Titulaire

Citizen Watch Co., Ltd.

COMMUNICATION

The European Patent Office herewith transmits as an enclosure the European search report for the above-mentioned European patent application.

If applicable, copies of the documents cited in the European search report are attached.

☒ Additional set(s) of copies of the documents cited in the European search report is (are) enclosed as well.

REFUND OF THE SEARCH FEE

If applicable under Article 10 Rules relating to fees, a separate communication from the Receiving Section on the refund of the search fee will be sent later.





European Patent
Office

SUPPLEMENTARY EUROPEAN SEARCH REPORT

Application Number
EP 99 92 1149

DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document with indication, where appropriate, of relevant passages	Relevant to claim
X	DE 10 43 540 B (PHILIPS) 13 November 1958 (1958-11-13) * column 3, line 1 - line 24; figure *	1, 23
Y		2-22, 24, 25, 27, 28
X	US 4 206 379 A (ONDA) 3 June 1980 (1980-06-03) * column 3, line 47 - line 64; figures *	26
Y	DE 29 00 756 A (CITIZEN WATCH) 19 July 1979 (1979-07-19) * page 6, last paragraph - page 7, paragraph 3; figures *	2-22, 24, 25, 27, 28
A	CH 668 351 A (RONDA) 30 December 1988 (1988-12-30) * abstract; figures *	1-28
A	US 4 888 507 A (PLANCON ET AL.) 19 December 1989 (1989-12-19) * column 3, line 52 - column 4, line 44; figures *	1, 23, 26
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 006, no. 047 (E-099), 26 March 1982 (1982-03-26) & JP 56 162955 A (SEIKO INSTR & ELECTRONICS LTD), 15 December 1981 (1981-12-15) * abstract *	1-28
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 006, no. 047 (E-099), 26 March 1982 (1982-03-26) & JP 56 162954 A (SEIKO INSTR & ELECTRONICS LTD), 15 December 1981 (1981-12-15) * abstract *	1-28
The supplementary search report has been based on the last set of claims valid and available at the start of the search.		
2	Place of search BERLIN	Date of completion of the search 31 August 2001
CATEGORY OF CITED DOCUMENTS		Examiner Kempen, P
X : particularly relevant if taken alone Y : particularly relevant if combined with another document of the same category A : technological background O : non-written disclosure P : intermediate document		T : theory or principle underlying the invention E : earlier patent document, but published on, or after the filing date D : document cited in the application L : document cited for other reasons & : member of the same patent family, corresponding document

EPO FORM 1503 03.82 (P04C04)

**ANNEX TO THE EUROPEAN SEARCH REPORT
ON EUROPEAN PATENT APPLICATION NO.**

EP 99 92 1149

This annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned European search report.
The members are as contained in the European Patent Office EDP file on
The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information.

31-08-2001

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 1043540 B		NONE	
US 4206379 A	03-06-1980	GB 1546990 A	06-06-1979
DE 2900756 A	19-07-1979	JP 54099473 A	06-08-1979
		JP 54119607 A	17-09-1979
		JP 55037867 A	17-03-1980
		CH 628773 A,B	31-03-1982
		GB 2015266 A,B	05-09-1979
CH 668351 A	30-12-1988	NONE	
US 4888507 A	19-12-1989	DE 68913420 D	07-04-1994
		DE 68913420 T	29-09-1994
		EP 0365781 A	02-05-1990
		IN 173038 A	29-01-1994
		JP 2261045 A	23-10-1990
		JP 2690573 B	10-12-1997
JP 56162955 A	15-12-1981	NONE	
JP 56162954 A	15-12-1981	NONE	

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

NOTIFICATION OF ELECTION

(PCT Rule 61.2)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

Assistant Commissioner for Patents
United States Patent and Trademark
Office
Box PCT
Washington, D.C. 20231
ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE

in its capacity as elected Office

Date of mailing:

28 October 1999 (28.10.99)

International application No.:

PCT/JP99/02189

Applicant's or agent's file reference:

G847-PCT

International filing date:

23 April 1999 (23.04.99)

Priority date:

23 April 1998 (23.04.98)

Applicant:

SATO, Junji et al

1. The designated Office is hereby notified of its election made:



in the demand filed with the International preliminary Examining Authority on:

01 September 1999 (01.09.99)



in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:

2. The election



was



was not

made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).

The International Bureau of WIPO
34, chemin des Colombettes
1211 Geneva 20, Switzerland

Facsimile No.: (41-22) 740.14.35

Authorized officer:

J. Zahra

Telephone No.: (41-22) 338.83.38

2909036

47
Translation

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

09/673750

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

Applicant's or agent's file reference G847-PCT	FOR FURTHER ACTION See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/JP99/02189	International filing date (day/month/year) 23 April 1999 (23.04.99)	Priority date (day/month/year) 23 April 1998 (23.04.98)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC H02K 1/27, 1/28, 15/03, 37/16, G04C 3/14		
Applicant CITIZEN WATCH CO., LTD.		

- This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.
- This REPORT consists of a total of 4 sheets, including this cover sheet.

☐ This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).
 These annexes consist of a total of sheets.

- This report contains indications relating to the following items:

- I ☒ Basis of the report
- II ☐ Priority
- III ☐ Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
- IV ☐ Lack of unity of invention
- V ☒ Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
- VI ☐ Certain documents cited
- VII ☐ Certain defects in the international application
- VIII ☐ Certain observations on the international application

Date of submission of the demand 01 September 1999 (01.09.99)	Date of completion of this report 31 March 2000 (31.03.2000)
Name and mailing address of the IPEA/JP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/JP99/02189

I. Basis of the report

1. With regard to the **elements** of the international application:*

☒ the international application as originally filed

☐ the description: _____, as originally filed
 pages _____
 pages _____, filed with the demand
 pages _____, filed with the letter of _____

☐ the claims: _____, as originally filed
 pages _____
 pages _____, as amended (together with any statement under Article 19
 pages _____, filed with the demand
 pages _____, filed with the letter of _____

☐ the drawings: _____, as originally filed
 pages _____
 pages _____, filed with the demand
 pages _____, filed with the letter of _____

☐ the sequence listing part of the description: _____, as originally filed
 pages _____
 pages _____, filed with the demand
 pages _____, filed with the letter of _____

2. With regard to the **language**, all the elements marked above were available or furnished to this Authority in the language in which the international application was filed, unless otherwise indicated under this item. These elements were available or furnished to this Authority in the following language _____ which is: (under Rule 23.1(b)).

- ☐ the language of a translation furnished for the purposes of international search (under Rule 23.1(b)).
☐ the language of publication of the international application (under Rule 48.3(b)).
☐ the language of the translation furnished for the purposes of international preliminary examination (under Rule 55.2 and/or 55.3).

3. With regard to any **nucleotide and/or amino acid sequence** disclosed in the international application, the international preliminary examination was carried out on the basis of the sequence listing:

- ☐ contained in the international application in written form.
☐ filed together with the international application in computer readable form.
☐ furnished subsequently to this Authority in written form.
☐ furnished subsequently to this Authority in computer readable form.
☐ The statement that the subsequently furnished written sequence listing does not go beyond the disclosure in the international application as filed has been furnished.
☐ The statement that the information recorded in computer readable form is identical to the written sequence listing has been furnished.

4. ☐ The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages _____
☐ the claims, Nos. _____
☐ the drawings, sheets/fig _____

5. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).**

* Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to this report since they do not contain amendments (Rule 70.16 and 70.17).

** Any replacement sheet containing such amendments must be referred to under item 1 and annexed to this report.

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/JP99/02189

V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

1. Statement

Novelty (N)	Claims	5-10,12-21,23-28	YES
	Claims	1-4,11,22	NO
Inventive step (IS)	Claims		YES
	Claims	1-28	NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-28	YES
	Claims		NO

2. Citations and explanations

✕ Claims 1 to 4, 11, and 22
Document 1 [JP, 51-81909, A (Citizen Watch Co., Ltd.), 17 July 1976 (17.07.76), full text, Figs. 1 to 3] describes a motor rotor wherein the reinforcement means provided within the through hole of a bond magnet made of a rare earth element is a metal plating made using a non-electrical method.

✕ Claims 5 and 6
Document 2 [JP, 61-130436, A (Fujitsu Ltd.), 18 June 1986 (18.06.86), full text] describes applying a nickel alloy plating, such as Ni-W-P, of thickness 20 to 30 μm on a magnet using electroless plating.

The platings described in documents 1 and 2 both strengthen rare earth magnets. Therefore, one skilled in the art could have easily conceived the idea of using the nickel alloy plating described in document 2 as the metal plating described in document 1.

✓ Claims 7 to 10
Document 3 [JP, 62-235345, A (Seiko Instruments Inc.), 16 October 1987 (16.10.87), full text] describes a rotor made of a rare earth magnet that is first plated with a copper under-plating one micron in thickness using an electroless method and then plated with a nickel finishing plating using an electroless method.

The invention described in document 3 is intended to increase the adhesion and corrosion resistance of the plating. Therefore, one skilled in the art could have easily conceived the idea of applying the under-plating described in document 3 to the rotor described in document 1.

Furthermore, it is written in document 1 that the plating is applied using a non-electrical method because the rare earth permanent magnet is a poor electrical conductor. Therefore, when an under-plating has been applied, one skilled in the art could easily arrive at using an electrolytic nickel plating for the finishing plating instead of the electroless nickel plating described in document 3.

Claims 12 and 13

Fig. 1 of document 1 describes making the axial engaged length shorter than the axial length of

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/JP99/02189

Supplemental Box

(To be used when the space in any of the preceding boxes is not sufficient)

Continuation of Box V (Citations and explanations):

the through hole, and the invention described in document 1 is intended to prevent the rotor magnet from cracking when the rotor shaft is pressed into it. Therefore, the tightening range and the relationship between the axial engaged length and the axial length of the through hole are matters of design variation that one skilled in the art would naturally consider.

Claim 14

Document 4 [JP, 57-21842, B2 (Suwa Seikosha K.K.), 10 May 1982 (10.05.82), page 1] describes vacuum impregnating a magnet with resin.

Therefore, one skilled in the art could have easily conceived the idea of vacuum impregnating the bond magnet described in document 1 with resin.

Claims 15 to 21

Document 5 [Microfilm of the specification and drawings annexed to the written application of Japanese Utility Model Application No. 62-56270 (Laid-open No. 63-164365) (Seiko Epson Corp.), 26 October 1988 (26.10.88), pages 2 and 3, Fig. 2] describes the idea of filling the gaps between the magnet and the portions of the shaft other than the part that is mounted in the through hole of the magnet with a conventional adhesive, thus affixing the shaft and magnet together.

Therefore, one skilled in the art could have easily arrived at applying the adhesive filling idea described in document 5 to the gaps between the shaft and magnet described in document 1. Furthermore, the relationship between the axial engaged length and the axial length of the through hole, as well as the type of adhesive and coating to use, are matters of design variation that one skilled in the art would naturally consider.

Claims 23 to 28

These claims describe manufacturing methods derived from the rotor inventions described in claims 1 to 22. Therefore, based on the reasons provided above, it is found that one skilled in the art could have easily conceived the inventions described in these claims.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP99/02189

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁶ H02K1/27, H02K1/28, H02K15/03, H02K37/00, G04C3/14

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁶ H02K1/27, H02K1/28, H02K15/03, H02K37/00, G04C3/14

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-1999
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-1999	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-1999

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP, 51-81909, A (Citizen Watch Co., Ltd.), 17 July, 1976 (17. 07. 76), Full text ; Figs. 1 to 3	1-4, 6 11-13 22, 23, 25, 26, 28
Y	Full text ; Figs. 1 to 3 (Family: none)	5, 7-10 14-21 24, 27
Y	JP, 61-130436, A (Fujitsu Ltd.), 18 June, 1986 (18. 06. 86), Full text (Family: none)	5 18-21
Y	JP, 62-236345, A (Seiko Instruments Inc.), 16 October, 1987 (16. 10. 87), Full text (Family: none)	7-10

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
 "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier document but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
22 June, 1999 (22. 06. 99)

Date of mailing of the international search report
6 July, 1999 (06. 07. 99)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP99/02189

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP, 57-21842, B2 (Suwa Seikosha K.K.), 10 May, 1982 (10. 05. 82), Page 1 & IT, 1029619, A	14, 24
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 62-56270 (Laid-open No. 63-164365) (Seiko Epson Corp.), 26 October, 1988 (26. 10. 88), Pages 2, 3 ; Fig. 2 (Family: none)	15-21 27

PCT

国際予備審査報告

(法第12条、法施行規則第56条)
[PCT36条及びPCT規則70]

09/673750

REC'D 14 APR 2000

WIPO PCT

出願人又は代理人 の書類記号 G847-PCT	今後の手続きについては、国際予備審査報告の送付通知(様式PCT/ IPEA/416)を参照すること。	
国際出願番号 PCT/JP99/02189	国際出願日 (日.月.年) 23.04.99	優先日 (日.月.年) 23.04.98
国際特許分類(IPC) Int. Cl ⁷ H02K1/27, H02K1/28, H02K15/03, H02K37/16, G04C3/14		
出願人(氏名又は名称) シチズン時計株式会社		

1. 国際予備審査機関が作成したこの国際予備審査報告を法施行規則第57条(PCT36条)の規定に従い送付する。
2. この国際予備審査報告は、この表紙を含めて全部で 4 ページからなる。
- ☐ この国際予備審査報告には、附属書類、つまり補正されて、この報告の基礎とされた及び/又はこの国際予備審査機関に対してした訂正を含む明細書、請求の範囲及び/又は図面も添付されている。
(PCT規則70.16及びPCT実施細則第607号参照)
この附属書類は、全部で ページである。

3. この国際予備審査報告は、次の内容を含む。

- I ☒ 国際予備審査報告の基礎
- II ☐ 優先権
- III ☐ 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての国際予備審査報告の不作成
- IV ☐ 発明の単一性の欠如
- V ☒ PCT35条(2)に規定する新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての見解、それを裏付けるための文献及び説明
- VI ☐ ある種の引用文献
- VII ☐ 国際出願の不備
- VIII ☐ 国際出願に対する意見

国際予備審査の請求書を受理した日 01.09.99	国際予備審査報告を作成した日 31.03.00	
名称及びあて先 日本国特許庁(IPEA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官(権限のある職員) 安池 一貴	3V 9818
	電話番号 03-3581-1101 内線 3356	

様式PCT/IPEA/409(表紙)(1998年7月)

I. 国際予備審査報告の基礎

1. この国際予備審査報告は下記の出願書類に基づいて作成された。(法第6条(PCT14条)の規定に基づく命令に
応答するために提出された差し替え用紙は、この報告書において「出願時」とし、本報告書には添付しない。
PCT規則70.16, 70.17)

☒ 出願時の国際出願書類

- | | | |
|-------------------------------------|----------------|----------------------|
| <input type="checkbox"/> 明細書 | 第 _____ ページ、 | 出願時に提出されたもの |
| <input type="checkbox"/> 明細書 | 第 _____ ページ、 | 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの |
| <input type="checkbox"/> 明細書 | 第 _____ ページ、 | 付の書簡と共に提出されたもの |
| <input type="checkbox"/> 請求の範囲 | 第 _____ 項、 | 出願時に提出されたもの |
| <input type="checkbox"/> 請求の範囲 | 第 _____ 項、 | PCT19条の規定に基づき補正されたもの |
| <input type="checkbox"/> 請求の範囲 | 第 _____ 項、 | 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの |
| <input type="checkbox"/> 請求の範囲 | 第 _____ 項、 | 付の書簡と共に提出されたもの |
| <input type="checkbox"/> 図面 | 第 _____ ページ/図、 | 出願時に提出されたもの |
| <input type="checkbox"/> 図面 | 第 _____ ページ/図、 | 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの |
| <input type="checkbox"/> 図面 | 第 _____ ページ/図、 | 付の書簡と共に提出されたもの |
| <input type="checkbox"/> 明細書の配列表の部分 | 第 _____ ページ、 | 出願時に提出されたもの |
| <input type="checkbox"/> 明細書の配列表の部分 | 第 _____ ページ、 | 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの |
| <input type="checkbox"/> 明細書の配列表の部分 | 第 _____ ページ、 | 付の書簡と共に提出されたもの |

2. 上記の出願書類の言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願の言語である。

上記の書類は、下記の言語である _____ 語である。

- ☐ 国際調査のために提出されたPCT規則23.1(b)にいう翻訳文の言語
☐ PCT規則48.3(b)にいう国際公開の言語
☐ 国際予備審査のために提出されたPCT規則55.2または55.3にいう翻訳文の言語

3. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際予備審査報告を行った。

- ☐ この国際出願に含まれる書面による配列表
☐ この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表
☐ 出願後に、この国際予備審査(または調査)機関に提出された書面による配列表
☐ 出願後に、この国際予備審査(または調査)機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表
☐ 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった
☐ 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記載した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

4. 補正により、下記の書類が削除された。

- ☐ 明細書 第 _____ ページ
☐ 請求の範囲 第 _____ 項
☐ 図面 図面の第 _____ ページ/図

5. ☐ この国際予備審査報告は、補充欄に示したように、補正が出願時における開示の範囲を越えてされたものと認められるので、その補正がされなかったものとして作成した。(PCT規則70.2(c) この補正を含む差し替え用紙は上記1.における判断の際に考慮しなければならない、本報告に添付する。)

V. 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての法第12条(PCT35条(2))に定める見解、それを裏付ける文献及び説明

1. 見解

新規性(N)	請求の範囲	5-10, 12-21, 23-28	有
	請求の範囲	1-4, 11, 22	無
進歩性(IS)	請求の範囲		有
	請求の範囲	1-28	無
産業上の利用可能性(IA)	請求の範囲	1-28	有
	請求の範囲		無

2. 文献及び説明(PCT規則70.7)

請求の範囲 1-4, 11, 22

文献1: JP, 51-81909, A (シチズン時計株式会社) 17. 7月. 1976 (17. 07. 76)

全文, 第1-3図

には、希土類元素を用いたボンド磁石の貫通穴内に設けられる補強手段が、非電気的方法で作られる金属メッキの被膜であるモーターのローターが記載されている。

請求の範囲 5-6

文献2: JP, 61-130436, A (富士通株式会社) 18. 6月. 1986 (18. 06. 86)

全文

には、磁石にNi-W-P等のニッケル合金メッキを無電解メッキで膜厚が20~30μmになるように施すことが記載されている。

文献1及び2に記載されたメッキは共に希土類磁石を強化するものであるから、文献1に記載された金属メッキに、文献2のニッケル合金メッキを採用することは、当業者が容易に想到し得たことであると認められる。

請求の範囲 7-10

文献3: JP, 62-236345, A (セイコー電子工業株式会社) 16. 10月. 1987 (16. 10. 87)

全文

には、希土類磁石からなるロータに無電解銅めっきを下地めっきとして1ミクロン施し、その後無電解ニッケルめっきを仕上げめっきとして施したロータが記載されている。

文献3はめっきの密着性、耐食性を向上させるものであるから、文献1のロータに文献3の下地めっきを施すことは、当業者が容易に想到し得たことであると認められる。

また、文献1には希土類永久磁石は導電性が悪いためにメッキを非電気的な方法で行うことが記載されていることから、下地めっきを施した場合には、仕上げめっきを文献3の無電解ニッケルめっきに代えてニッケル電解めっきを採用することは、当業者が容易になし得たことであると認められる。

請求の範囲 12, 13

文献1の図1には、軸線方向係合長さを貫通穴軸線方向長さよりも小さくすることが記載されており、文献1のものは、ローター軸をローター磁石に圧入する際に割れないようにするものであるから、軸線方向係合長さと貫通穴軸線方向長さの関係、及び、締めしろの範囲を決めることは、当業者にとって当然考慮すべき設計的事項であると認められる。

請求の範囲 14

文献4: JP, 57-21842, B2 (株式会社諏訪精工舎) 10. 5月. 1982 (10. 05. 82)

第1頁

には、磁石に樹脂を真空含浸することが記載されている。

したがって、文献1のボンド磁石に樹脂を真空含浸させることは、当業者が容易に想到し得たことであると認められる。

補充欄 (いずれかの欄の大きさが足りない場合に使用すること)

第 V.2 欄の続き

請求の範囲 15-21

文献5: 日本国実用新案登録出願62-56270号 (日本国実用新案登録出願公開63-164365号) の
願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (セイコーエプソン株式会社)
26.10月.1988 (26.10.88)

第2-3頁, 第2図

には、磁石の軸で貫通穴に取り付けられる部分以外の軸の残部と磁石との隙間に、従来接着剤を充填して固着していたことが記載されている。

したがって、文献1の軸と磁石との隙間に、文献5に記載された接着剤を充填することは、当業者が容易に想到し得たことであると認められる。

なお、軸線方向係合長さと貫通穴軸線方向長さの関係、並びに、接着剤及び皮膜の種類を決めることは、当業者にとって当然考慮すべき設計の事項であると認められる。

請求の範囲 23-28

上記請求の範囲は、請求の範囲1-22に記載されたロータの発明を、製造方法の発明に代えたものであるから、前述の理由によって、当業者が容易に想到し得たものであると認められる。

E.P. US

国際調査報告

(法8条、法施行規則第40、41条)
(PCT18条、PCT規則43、44)

出願人又は代理人 の書類記号 G847-PCT	今後の手続きについては、国際調査報告の送付通知様式(PCT/ISA/220)及び下記5を参照すること。	
国際出願番号 PCT/JP99/02189	国際出願日 (日.月.年) 23.04.99	優先日 (日.月.年) 23.04.98
出願人(氏名又は名称) シチズン時計株式会社		

国際調査機関が作成したこの国際調査報告を法施行規則第41条(PCT18条)の規定に従い出願人に送付する。
この写しは国際事務局にも送付される。

この国際調査報告は、全部で 3 ページである。

☐ この調査報告に引用された先行技術文献の写しも添付されている。

1. 国際調査報告の基礎

a. 言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願がされたものに基づき国際調査を行った。

☐ この国際調査機関に提出された国際出願の翻訳文に基づき国際調査を行った。

b. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際調査を行った。

☐ この国際出願に含まれる書面による配列表

☐ この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出された書面による配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった。

☐ 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記録した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

2. ☐ 請求の範囲の一部の調査ができない(第I欄参照)。

3. ☐ 発明の単一性が欠如している(第II欄参照)。

4. 発明の名称は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 次に示すように国際調査機関が作成した。

5. 要約は

☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 第III欄に示されているように、法施行規則第47条(PCT規則38.2(b))の規定により国際調査機関が作成した。出願人は、この国際調査報告の発送の日から1カ月以内にこの国際調査機関に意見を提出することができる。

6. 要約書とともに公表される図は、

第 1 図とする。 ☒ 出願人が示したとおりである。

☐ なし

☐ 出願人は図を示さなかった。

☐ 本図は発明の特徴を一層よく表している。

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl^o H02K1/27, H02K1/28, H02K15/03, H02K37/00,
G04C3/14

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl^o H02K1/27, H02K1/28, H02K15/03, H02K37/00,
G04C3/14

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年
日本国公開実用新案公報 1971-1999年
日本国登録実用新案公報 1994-1999年
日本国実用新案登録公報 1996-1999年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	J P, 51-81909, A (シチズン時計株式会社) 17. 7月. 1976 (17. 07. 76) 全文, 第1-3図	1-4, 6 11-13 22, 23, 25, 26, 28
Y	全文, 第1-3図 (ファミリーなし)	5, 7-10 14-21 24, 27

☒ C欄の続きにも文献が列举されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

22. 06. 99

国際調査報告の発送日

06.07.99

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
郵便番号 100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)
安池 一貴



3V

9818

電話番号 03-3581-1101 内線 3356

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP, 61-130436, A (富士通株式会社) 18. 6月. 1986 (18. 06. 86) 全文 (ファミリーなし)	5 18-21
Y	JP, 62-236345, A (セイコー電子工業株式会社) 16. 10月. 1987 (16. 10. 87) 全文 (ファミリーなし)	7-10
Y	JP, 57-21842, B2 (株式会社諏訪精工舎) 10. 5月. 1982 (10. 05. 82) 第1頁 & IT, 1029619, A	14, 24
Y	日本国実用新案登録出願62-56270号 (日本国実用新案登録出願公開63-164365号) の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (セイコーエプソン株式会社) 26. 10月. 1988 (26. 10. 88) 第2-3頁, 第2図 (ファミリーなし)	15-21 -27



PCT

特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(51) 国際特許分類6 H02K 1/27, 1/28, 15/03, 37/00, G04C 3/14	A1	(11) 国際公開番号 WO99/54986
		(43) 国際公開日 1999年10月28日(28.10.99)

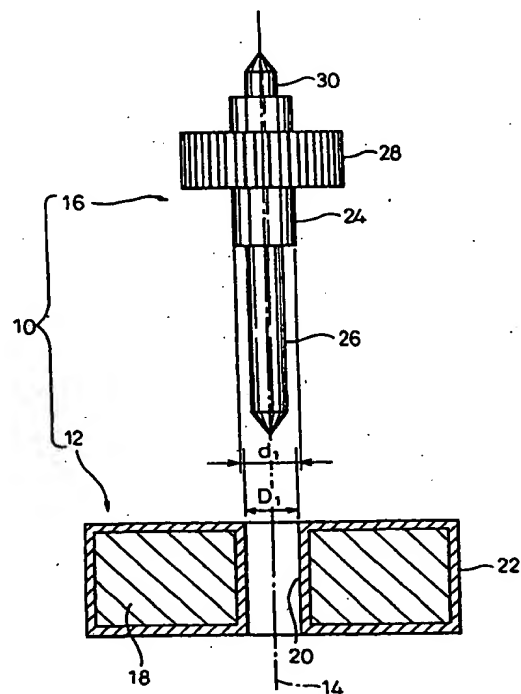
(21) 国際出願番号 PCT/JP99/02189	(74) 代理人 石田 敬, 外(ISHIDA, Takashi et al.) 〒105-8423 東京都港区虎ノ門三丁目5番1号 虎ノ門37森ビル 青和特許法律事務所 Tokyo, (JP)
(22) 国際出願日 1999年4月23日(23.04.99)	
(30) 優先権データ 特願平10/113043 1998年4月23日(23.04.98) JP 特願平10/249376 1998年9月3日(03.09.98) JP	(81) 指定国 CN, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE)
(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) シチズン時計株式会社 (CITIZEN WATCH CO., LTD.)(JP/JP) 〒163-0428 東京都新宿区西新宿2丁目1番1号 Tokyo, (JP)	添付公開書類 国際調査報告書
(72) 発明者 ; および (75) 発明者 / 出願人 (米国についてのみ) 佐藤 惇司(SATO, Junji)(JP/JP) 榎原 庸介(SAKAKIBARA, Yousuke)(JP/JP) 池田 浩(KEDA, Hiroshi)(JP/JP) 橋本 英壽(HASHIMOTO, Eigou)(JP/JP) 〒359-8511 埼玉県所沢市大字下富字武野840番地 シチズン時計株式会社 技術研究所内 Saitama, (JP) 指田 栄寿(SASHIDA, Eikichi)(JP/JP) 宮内 秀晴(MIYAUCHI, Hideharu)(JP/JP) 〒188-8511 東京都田無市本町6丁目1番12号 シチズン時計株式会社 田無製造所内 Tokyo, (JP)	

(54) Title: ROTOR OF SMALL-SIZED MOTOR

(54) 発明の名称 小型電動機のロータ

(57) Abstract

A rotor of a small-sized motor (10) comprising a magnet (12) having a rotating axis (14) and a shaft (16) fixed concentrically with the magnet; the magnet (12) comprising a through hole (20) extending coaxially with the rotating axis (14), the shaft (16) comprising a part (24) installed into the through hole (20), the part (24) having an axially engaged length (t1) shorter than an axial length (T1) of the through hole (20), the magnet (12) comprising an annular magnet member (18) and a film (22) which is formed on the surface of the magnet member and disposed at least on the inner surface of the through hole (20), the rotor (10) comprising a reinforcement means installed at least on the inner surface of the through hole (20), the reinforcement means comprising the film (22) on the magnet (12) and acting so that a fixing force for holding the shaft (16) is assured fixedly on the magnet at a specified position.

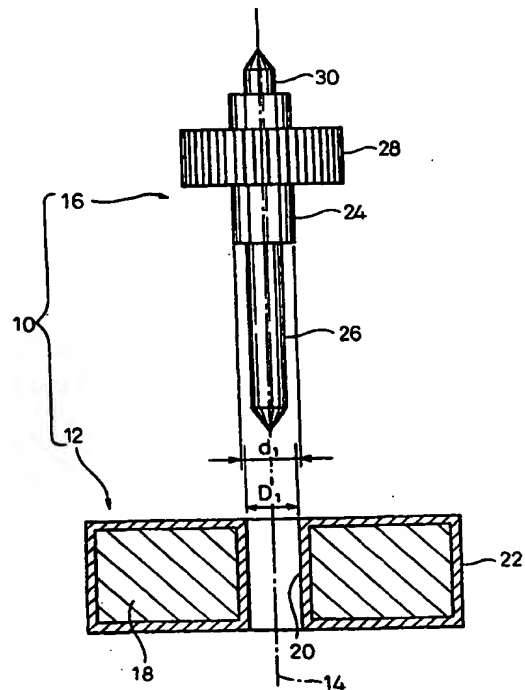


PCT

特許協力条約に基づいて公開された国際出願



(51) 国際特許分類6 H02K 1/27, 1/28, 15/03, 37/00, G04C 3/14	A1	(11) 国際公開番号 WO99/54986 (43) 国際公開日 1999年10月28日 (28.10.99)
(21) 国際出願番号 PCT/JP99/02189 (22) 国際出願日 1999年4月23日 (23.04.99) (30) 優先権データ 特願平10/113043 1998年4月23日 (23.04.98) JP 特願平10/249376 1998年9月3日 (03.09.98) JP (71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) シチズン時計株式会社 (CITIZEN WATCH CO., LTD.) [JP/JP] 〒163-0428 東京都新宿区西新宿2丁目1番1号 Tokyo, (JP) (72) 発明者 ; および (75) 発明者 / 出願人 (米国についてのみ) 佐藤惇司 (SATO, Junji) [JP/JP] 榊原庸介 (SAKAKIBARA, Yousuke) [JP/JP] 池田 浩 (IKEDA, Hiroshi) [JP/JP] 橋本英豪 (HASHIMOTO, Eigou) [JP/JP] 〒359-8511 埼玉県所沢市大字下富字武野840番地 シチズン時計株式会社 技術研究所内 Saitama, (JP) 指田栄吉 (SASHIDA, Eikichi) [JP/JP] 宮内秀晴 (MIYAUCHI, Hideharu) [JP/JP] 〒188-8511 東京都田無市本町6丁目1番12号 シチズン時計株式会社 田無製造所内 Tokyo, (JP)		(74) 代理人 石田 敬, 外 (ISHIDA, Takashi et al.) 〒105-8423 東京都港区虎ノ門三丁目5番1号 虎ノ門37森ビル 青和特許法律事務所 Tokyo, (JP) (81) 指定国 CN, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE) 添付公開書類 国際調査報告書
(54) Title: ROTOR OF SMALL-SIZED MOTOR (54) 発明の名称 小型電動機のロータ (57) Abstract A rotor of a small-sized motor (10) comprising a magnet (12) having a rotating axis (14) and a shaft (16) fixed concentrically with the magnet; the magnet (12) comprising a through hole (20) extending coaxially with the rotating axis (14), the shaft (16) comprising a part (24) installed into the through hole (20), the part (24) having an axially engaged length (t1) shorter than an axial length (T1) of the through hole (20), the magnet (12) comprising an annular magnet member (18) and a film (22) which is formed on the surface of the magnet member and disposed at least on the inner surface of the through hole (20), the rotor (10) comprising a reinforcement means installed at least on the inner surface of the through hole (20), the reinforcement means comprising the film (22) on the magnet (12) and acting so that a fixing force for holding the shaft (16) is assured fixedly on the magnet at a specified position.		



(57)要約

小型電動機のロータ（10）は、回転軸線（14）を有する磁石（12）と、磁石に同心に固定される軸（16）とを備える。磁石（12）は、回転軸線（14）に同軸に延びる貫通穴（20）を備える。軸（16）は、貫通穴（20）に取付けられる部分（24）を備える。この部分（24）は、貫通穴（20）の軸線方向長さ（ T_1 ）よりも短い軸線方向係合長さ（ t_1 ）を有する。磁石（12）は、環状の磁石部材（18）と、磁石部材の表面に形成されて少なくとも貫通穴（20）内に配置される皮膜（22）とから構成される。さらにロータ（10）は、少なくとも貫通穴（20）内に設けられる補強手段を備える。補強手段は、磁石（12）の皮膜（22）からなり、軸（16）を磁石上の所定位置に固定的に保持する固定力を確保するように作用する。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE アラブ首長国連邦
AL アルバニア
AM アルメニア
AT オーストラリア
AU オーストラリア
AZ アゼルバイジャン
BA ボスニア・ヘルツェゴビナ
BB バルバドス
BE ベルギー
BF ブルキナ・ファソ
BG ブルガリア
BJ ベナン
BR ブラジル
BS ベラルーシ
CA カナダ
CF 中央アフリカ
CG コンゴ
CH スイス
CI コートジボアール
CM カメルーン
CN 中国
CR コスタ・リカ
CU キューバ
CY キプロス
CZ チェッコ
DE ドイツ

DM ドミニカ
EE エストニア
ES スペイン
FI フィンランド
FR フランス
GA ガボン
GB 英国
GD グレナダ
GE グルジア
GH ガーナ
GM ガンビア
GN ギニア
GW ギニア・ビサウ
GR ギリシャ
HR クロアチア
HU ハンガリー
ID インドネシア
IE アイルランド
IL イスラエル
IN インド
IS アイスランド
IT イタリア
JP 日本
KE ケニア
KG キルギスタン
KP 北朝鮮

KZ カザフスタン
LC セントルシア
LI リヒテンシュタイン
LK スリ・ランカ
LR リベリア
LS レソト
LT リトアニア
LU ルクセンブルグ
LV ラトヴィア
MA モロッコ
MC モナコ
MD モルドヴァ
MG マダガスカル
MK マケドニア旧ユーゴスラヴィア
共和国
ML マリ
MN モンゴル
MR モーリタニア
MW マラウイ
MX メキシコ
NE ニジェール
NL オランダ
NO ノールウェー
NZ ニュー・ジーランド
PL ポーランド
PT ポルトガル

RU ロシア
SD スーダン
SE スウェーデン
SG シンガポール
SI スロヴェニア
SK スロヴァキア
SL シェラ・レオネ
SN セネガル
SZ スワジランド
TD チャード
TG トーゴ
TH タイ
TJ タジキスタン
TM トルクメニスタン
TR トルコ
TT トリニダード・トバゴ
UA ウクライナ
UG ウガンダ
US 米国
UZ ウズベキスタン
VN ヴェトナム
YU ユーゴスラビア
ZA 南アフリカ共和国
ZW ジンバブエ

明 細 書

小型電動機のロータ

技術分野

本発明は、小型駆動装置に関し、特に、電子時計等に組込まれる小型電動機のロータに関する。

背景技術

クォーツ時計等の電子時計は、駆動装置として小型で精密な電動機を備える。電子時計で使用される一般にステップモータの構成を有する電動機は、環状又は円筒状の永久磁石を有するロータと、コイルを有するステータとを備える。ロータはさらに、円筒状の永久磁石に同心に固定される軸と、一般に軸に一体的に形成される駆動歯車とを備える。

例えば電子時計に組込まれる従来の小型電動機のロータでは、一般にロータの軸は、ロータの磁石に形成された中心貫通穴に、接着剤や半田等の接合材料を使用するか、又は軸を貫通穴に密に圧入することによって固定される。この固定作業においては、ロータ軸と環状又は円筒状のロータ磁石との同心性を維持するとともに、軸を磁石上の予め定めた適正位置に保持するための安定した大きな固定力を確保することが要求される。ロータ軸をロータ磁石の貫通穴に密に圧入する場合にはさらに、軸の圧入作業の間及びロータ完成後の長期間に渡って、磁石の貫通穴隣接領域における応力集中により磁石が割れたりひびを生じたりしないようにする必要がある。

実開昭 5 4 - 7 1 6 1 0 号公報 (JP-U-54-71610) は、電子時計用の従来の小型電動機のロータの一例を開示する。この電動機のロー

タは、歯車付きの軸と、軸を固定する中心貫通穴を有する円筒状の永久磁石とを備える。ロータの軸は、多角柱等の異形の外形を有し、ロータの磁石の円筒状の中心貫通穴に密に圧入される。この構成では、軸はその外面の一部分で、貫通穴における磁石の円筒内面に貫通穴の軸線方向全長に渡って局部的に接触する。軸と磁石とのこの局部的接触は、磁石の貫通穴に隣接する幾つかの局部的領域に応力集中を分散させるように作用し、それにより、磁石が割れたりひびを生じたりすることを防止するとともに、大きな固定力を確保することができる。

従来の小型電動機のロータの環状又は円筒状永久磁石は、一般に希土類元素からなる焼結磁石から形成される。焼結永久磁石は通常、優れた磁気特性を有するが、小型の環状又は円筒状磁石構造の製造コストを上昇させる傾向がある。これに対し、一般に「ボンド磁石」と称する単純成形構造を有した永久磁石は、そのような製造コストを削減できることが知られている。しかし、小型電動機のロータの環状又は円筒状磁石をボンド磁石から形成する場合は、焼結ロータ磁石に比べて、ロータ磁石の機械的強度が減少する。したがってこの場合、ロータ軸が JP-U-54-71610 に開示されるような構成を有したとしても、軸の圧入作業の間やロータ完成後に、分散した応力集中がやはりボンドロータ磁石に割れやひびを生じさせる懸念がある。

JP-U-54-71610 はさらに、貫通穴内でロータ磁石とロータ軸との間に介在するブッシュを開示する。このブッシュは、磁石が割れたりひびを生じたりすることを防止するために使用される。この種のブッシュは、実開昭 56-71078 号公報 (JP-U-56-71078) にも開示される。しかし、ブッシュを追加して使用することは、電動機のロータの部品点数を増加させ、ロータの生産性を低下させると

もに製造コストを上昇させる懸念がある。

接着剤や半田等の接合材料によりロータ軸をロータ磁石の貫通穴に固定する場合は、軸を貫通穴に緩く嵌めることができるので、磁石の割れやひびの問題を排除でき、しかも比較的大きな固定力を得ることができる。しかし、貫通穴内での軸と磁石との間の隙間は通常数 μm オーダーの微小なものであるから、軸を貫通穴に挿入する際に接合材料が貫通穴から漏れ出てしまう可能性がある。したがってこの方法では、安定した大きな固着力を確保するために、軸と磁石との間の微小な隙間に接合材料を慎重かつ正確に供給する必要があり、それにより小型電動機のロータの大量生産が妨げられるおそれがある。

発明の開示

したがって本発明の目的は、小型電動機で使用されるロータであって、優れた構造信頼性を有し、高い生産性の下に、比較的低コストで製造できるロータを提供することにある。

本発明の他の目的は、環状又は円筒状の磁石と、磁石に固定される軸とを有したロータであって、磁石が軸によって割れたりひびを生じたりすることを防止でき、軸を磁石上の所定位置に保持するための安定した大きな固定力を確保できるロータを提供することにある。

本発明のさらに他の目的は、軸と環状又は円筒状磁石との固定構造であって、単純成形磁石すなわちボンド磁石等の、比較的脆弱な磁石を有するロータの製造工程で適切に採用できる固定構造を提供することにある。

本発明によれば、回転軸線を有する磁石であって、回転軸線に同軸に延びる貫通穴を備える磁石と、磁石に同心に固定される軸であ

って、貫通穴に取付けられる部分を備え、この部分が貫通穴の軸線方向長さよりも短い軸線方向係合長さを有してなる軸と、少なくとも貫通穴内に設けられる補強手段であって、軸を磁石上の所定位置に固定的に保持する固定力を確保するための補強手段とを具備する電動機のロータが提供される。

本発明の好適な形態では、磁石は、環状の磁石部材と、磁石部材の表面に形成されて少なくとも貫通穴内に配置される皮膜とから構成され、補強手段がこの皮膜からなり、軸の前記部分が皮膜に対面式に係合するように構成される。

この場合、皮膜が金属めっきからなることが好ましい。

この金属めっきは無電解めっきであることができる。

また、金属めっきは、Ni-P無電解めっき、Ni-B無電解めっき及びNi-P-W無電解めっきのうちの少なくとも1つを含むことができる。

金属めっきは、少なくとも $10\mu\text{m}$ の厚みを有することが好ましい。

或いは、金属めっきは、無電解めっき下地層と電解めっき上部層とを備えることができる。

この場合、電解めっき上部層がNi電解めっきであることができる。

無電解めっき下地層は、 $0.5\mu\text{m} \sim 2.0\mu\text{m}$ の厚みを有することができる。

また電解めっき上部層は、少なくとも $3.0\mu\text{m}$ の厚みを有することができる。

磁石部材は、ボンド磁石部材からなることが好ましい。

この場合、軸の前記部分の軸線方向係合長さと貫通穴の軸線方向長さとの寸法関係は、貫通穴軸線方向長さをTで、かつ軸線方向係

合長さを t で示すと、 $T/5 \leq t \leq T/2$ として規定することができる。

また、軸の前記部分が磁石の貫通穴に密に圧入される構成では、貫通穴における部分の締めしろが $5 \mu\text{m} \sim 30 \mu\text{m}$ の範囲にあることが有利である。

好ましくは、ボンド磁石部材に充填材が真空含浸される。

本発明の他の好適な形態では、補強手段は、貫通穴内で前記部分以外の軸の残部と磁石との間に画成される隙間に充填される接着剤から構成される。

この場合、軸の前記部分の軸線方向係合長さと貫通穴の軸線方向長さとの寸法関係は、貫通穴軸線方向長さを T で、かつ軸線方向係合長さを t で示すと、 $T/5 \leq t \leq 4T/5$ として規定することができる。

接着剤は、熱硬化性エポキシ樹脂から構成できる。

また磁石を、環状の磁石部材と、磁石部材の表面に形成されて少なくとも貫通穴内に配置される皮膜とから構成でき、補強手段がこの皮膜をさらに具備し、軸の前記部分が皮膜に対面式に係合する構成とすることができる。

この場合、皮膜は金属めっきから構成できる。

或いは、皮膜を有機皮膜から構成することもできる。

この構成では、磁石部材がボンド磁石部材からなることが有利である。

磁石は、希土類元素を含有することができる。

さらに本発明によれば、電動機のロータの製造方法であって、
a) 環状の磁石部材の表面に皮膜を形成し、それにより、回転軸線と回転軸線に同軸に延びる貫通穴とを備え、少なくとも貫通穴内に皮膜を配置してなる磁石を作製し、(b) 貫通穴に取付けられる部

分を備えた軸を用意し、(c) 軸を磁石の貫通穴に挿入して、軸の前記部分を、貫通穴の軸線方向長さよりも短い該部分の軸線方向係合長さが得られるまで、貫通穴に密に圧入する、各ステップを有する方法が提供される。

本発明の好適な形態では、磁石部材はボンド磁石部材からなり、皮膜が金属めっきであり、皮膜形成ステップの前に、ボンド磁石部材に接着剤を真空含浸するステップをさらに有して構成される。

また、貫通穴における前記部分の締めしるを、皮膜の厚みを変更することにより調整することができる。

さらに本発明によれば、電動機のロータの製造方法であって、(a) 回転軸線と回転軸線に同軸に延びる貫通穴とを備える磁石を用意し、(b) 貫通穴に取付けられる第 1 部分と第 1 部分に隣接配置されて貫通穴内で隙間を形成する第 2 部分とを備える軸を用意し、(c) 軸を磁石の貫通穴に挿入して、軸の第 1 部分を、貫通穴の軸線方向長さよりも短い第 1 部分の軸線方向係合長さが得られるまで、貫通穴に嵌入し、(d) 貫通穴内の隙間に接着剤を充填する、各ステップを有する方法が提供される。

本発明の好適な形態では、接着剤は隙間に真空含浸される。

また、磁石が環状のボンド磁石部材からなり、軸挿入ステップの前に、ボンド磁石部材の表面に皮膜を形成するステップをさらに有することができる。

図面の簡単な説明

本発明の上記並びに他の目的、特徴及び利点は、添付図面に関連した以下の好適な実施例の説明により一層明らかになろう。同添付図面において、

図 1 は、本発明に係るロータの第 1 実施例の分解縦断面図、

図 2 は、図 1 のロータを組立てた状態で示す縦断面図、

図 3 は、本発明に係るロータの第 2 実施例を組立てた状態で示す縦断面図、

図 4 は、本発明に係るロータの第 3 実施例の分解縦断面図、

図 5 は、図 4 のロータを組立てた状態で示す縦断面図、及び

図 6 は、本発明に係るロータの第 4 実施例を組立てた状態で示す縦断面図である。

発明を実施するための最良の形態

図面を参照すると、図 1 及び図 2 は、本発明の第 1 実施例による小型電動機のロータ 10 を示す。図面において、同一又は類似の構成要素は共通の参照符号で示す。この実施例によるロータ 10 は、電子時計に組込まれる小型精密電動機で利用できるものである。

ロータ 10 は、回転軸線 14 を有する磁石 12 と、磁石 12 に同心に固定される軸 16 とを備える。磁石 12 は、環状又は円筒状の永久磁石部材 18 から構成され、回転軸線 14 に同軸に延びる円筒状の中心貫通穴 20 を備える。磁石 12 はさらに、永久磁石部材 18 の全面に形成される皮膜 22 を備える。皮膜 22 は、所定厚みの金属めっきからなり、直径 D_1 を有する貫通穴 20 の内部の、磁石 12 の円筒状内面を構成する。

軸 16 は、段付き外面を有した略円筒状のものであり、直径 d_1 を有する中間部分 24 を備える。直径 d_1 は、中間部分 24 が磁石 12 の貫通穴 20 に受容されて密に圧入されるような寸法（すなわち $d_1 > D_1$ ）である。軸 16 はさらに、中間部分 24 から同軸に隣接して延長される第 1 端部 26 と、第 1 端部 26 の反対側で中間部分 24 から同軸に隣接して延長される歯車 28 と、中間部分 24 の反対側で歯車 28 から同軸に隣接して延長される段付きの第 2 端

部 30 とを備える。第 1 端部 26 は、貫通穴 20 の直径 D_1 よりも小さな直径を有し、歯車 28 は、中間部分 24 の直径 d_1 よりも大きな直径を有する。好ましくは軸 16 は、金属製の一体構造を有する。

軸 16 は、その中間部分 24 と第 1 端部 26 とが貫通穴 20 に挿入され、中間部分 24 の円筒状外面と磁石 12 の貫通穴 20 内の円筒状内面との相互係合により、磁石 12 上の所定の適正位置に同心に固定される。このとき、中間部分 24 の寸法は、貫通穴 20 の軸線方向全長 T_1 よりも短い軸線方向係合長さ t_1 が得られるように設定される。軸 16 が磁石 12 上の適正位置にあるときに、第 1 端部 26 は磁石 12 の一面から突出し、歯車 28 及び第 2 端部 30 は磁石 12 の他面から突出する。

ロータ 10 はさらに、少なくとも磁石 12 の貫通穴 20 の内部に設けられて、軸 16 を磁石 12 上の所定位置に固定的に保持する固定力を確保するための補強手段を備える。この実施例では、補強手段は、金属めっきからなる前述した皮膜 22 によって構成される。軸 16 の中間部分 24 は、皮膜 22 に対面式に係合し、貫通穴 20 内の皮膜 22 に密に圧入される。

この構成においては、軸 16 はその中間部分 24 の円筒状外面で、貫通穴 20 における磁石 12 の円筒状内面の一部分に接触する。また磁石 12 は、その機械的強度及び靱性が、皮膜 22 によって強化される。軸 16 と磁石 12 との部分的接触は、皮膜 22 による磁石 12 の補強作用と相乗して、貫通穴 20 への中間部分 24 の圧入作業中及びロータ 10 の完成後に、磁石 12 が割れたりひびを生じたりすることを防止するとともに、比較的大きな安定した固定力を確保するように作用する。ブッシュや接着剤等のいかなる追加部品もロータ 10 の組立てに使用されないので、ロータ 10 は、優れた

構造信頼性を有し、高い生産性の下に、比較的低コストで製造することができる。

貫通穴 20 の軸線方向全長 T_1 に対する軸 16 の中間部分 24 の軸線方向係合長さ t_1 、及び貫通穴 20 における中間部分 24 と磁石 12 との締めしろ「 $d_1 - D_1$ 」を適当に調整することにより、磁石 12 が単純成形磁石すなわちボンド磁石等の比較的脆弱な磁石部材 18 からなる場合にも、磁石 12 の割れやひびを排除して、軸 16 を固定するための所望の固定力を得ることができる。またボンド磁石は、焼結磁石に比べて、環状又は円筒状の磁石 12 を有する小型電動機ロータ 10 の製造コストを低減できる。

なお、所望の固定力とは、ロータ 10 の生産性及び構造信頼性を考慮して決定できるものであり、本実施例では例えば 0.2 Kgf である。また、軸 16 の中間部分 24 は、前述した JP-U-54-71610 に開示されるような多角柱等の異形の外形を有することもできる。

第 1 実施例によるロータ 10 において、磁石 12 は、円筒状の永久磁石部材 18 の全面に皮膜 22 として無電解金属めっき膜を形成することにより構成できる。永久磁石部材 18 は、SmCo（サマリウムコバルト）系磁石、NdFeB（ネオジウム鉄ホウ素）系磁石、SmFeN（サマリウム鉄窒素）系磁石等の、希土類ボンド磁石から形成できる。無電解めっき膜 22 は、Ni（ニッケル）-P（リン）無電解めっき、Ni-B（ホウ素）無電解めっき及び Ni-P-W（タングステン）無電解めっきのうちの少なくとも 1 つから構成できる。

ボンド磁石からなる永久磁石部材 18 は、充填材を真空含浸することにより、磁石 12 の機械的強度を一層向上させることが望ましい。ボンド磁石は一般に、バインダーを混入した磁性粉末から成形されるので、成形体に多くの空隙が含まれる。成形された永久磁石

部材 18 に真空含浸される充填材は、そのような空隙を埋めて、永久磁石部材 18 の機械的破壊強度を向上させるとともに、無電解めっき膜 22 と協働して、貫通穴 20 への中間部分 24 の圧入作業中及びロータ 10 の完成後に、磁石 12 が割れたりひびを生じたりすることを防止する。

好ましくは充填材は、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、ポリウレタン等の熱硬化性接着剤、嫌気性接着剤のような、比較的高い接着力を発揮できる安価で取扱いが容易な液体樹脂材料から選択できる。また、真空含浸工程の観点から、浸透性に優れ、低粘度の接着剤を選択することが適当である。

皮膜 22 を構成する無電解めっき膜は、ボンド磁石からなる永久磁石部材 18 の機械的強度を高めるように作用する。さらに無電解めっき膜 22 は、軸 16 の圧入作業の間に、成形体である永久磁石材料 18 からの磁性粉末の脱落を防止するように作用する。無電解めっき膜 22 は、 $10\ \mu\text{m}$ 以上の厚みを有することが好ましい。無電解めっき膜 22 の厚みが $10\ \mu\text{m}$ 未満であると、磁石 12 の機械的強度の向上が、磁石 12 の割れやひびの発生を防止するには不十分となるからである。無電解めっき膜 22 の生成工程における膜厚管理の観点では、無電解めっき膜 22 の厚みは $30\ \mu\text{m}$ 以下であることが望ましい。

好ましくはロータ 10 では、軸 16 の中間部分 24 の軸線方向係合長さ t_1 と磁石 12 の貫通穴 20 の軸線方向全長 T_1 との寸法関係は、 $T_1 / 5 \leq t_1 \leq T_1 / 2$ として規定される。軸線方向係合長さ t_1 が $T_1 / 5$ 未満であると、磁石 12 と軸 16 との締めしろの大きさに関わらず、軸 16 は貫通穴 20 内で容易に傾倒して軸ずれを生じる傾向がある。また軸線方向係合長さ t_1 が $T_1 / 2$ より大きいと、磁石 12 に割れやひびが発生する確率が高くなる。

さらにロータ 10 では、貫通穴 20 における軸 16 の中間部分 24 と磁石 12 との締めしろ「 $d_1 - D_1$ 」が、 $5\mu\text{m}$ 以上 $30\mu\text{m}$ 以下の範囲にあることが望ましい。締めしろ「 $d_1 - D_1$ 」が $5\mu\text{m}$ 未満であると、磁石 12 上での軸 16 の所望の固定力（例えば 0.2Kgf ）が得られなくなる傾向がある。また締めしろ「 $d_1 - D_1$ 」が $30\mu\text{m}$ より大きいと、軸線方向係合長さ t_1 が $T_1/2$ 以下であったとしても、磁石 12 に割れやひびが発生する確率が高くなる。

図 3 は、本発明の第 2 実施例による小型電動機のロータ 40 を示す。この実施例のロータ 40 は、補強手段である皮膜 42 が 2 層金属めっき膜として構成される点以外は、前述したロータ 10 に本質的に類似した構成を有する。したがって、同一又は類似の構成要素には共通の参照符号を付して、その詳細な説明を省略する。

ロータ 40 における 2 層金属めっき膜からなる皮膜 42 は、無電解めっき下地層 44 と電解めっき上部層 46 とを備える。したがってロータ 40 では、皮膜 42 の電解めっき上部層 46 が、軸 16 の中間部分 24 の直径 d_2 よりも小さい直径 D_2 を有する貫通穴 20 の内部の、磁石 12 の円筒状内面を構成する。このような 2 層構造の皮膜 42 は、ロータ 10 の単層の皮膜 22 に比べて、皮膜 42 による補強効果を低下させることなく、皮膜 42 の全体厚みを削減するように作用する。これは、電解めっき上部層 46 がそれ自体、同じ厚みの無電解めっき膜よりも高い機械的強度を有し、無電解めっき下地層 44 の表面に強固に被着できるからである。

無電解めっき下地層 44 は、Ni-P 無電解めっき、Ni-B 無電解めっき及び Ni-P-W 無電解めっきのうちの少なくとも 1 つから構成できる。電解めっき上部層 46 は、Ni めっきから構成できる。本発明の発明者は、Ni-P 無電解めっき、Ni-B 無電解

めっき及びNi-P-W無電解めっき、並びにNi電解めっきがいずれも、Cu（銅）、Pd（パラジウム）、Au（金）、Sn（スズ）、半田（Pb/Sn系）等の、比較的展延性に富む比較的低硬度の他の金属めっきに比べて、比較的高硬度でヤング率が高いので、磁石12の破壊強度を一層効果的に向上させることができるとともに、より安定した軸16の固定力を得ることができることを見出した。無電解めっき下地層44は、 $0.5\mu\text{m}$ 以上 $2.0\mu\text{m}$ 以下の厚みを有することが好ましい。また電解めっき上部層46は、 $3.0\mu\text{m}$ 以上の厚みを有することが望ましい。

本発明の上記した各実施例の構成及び作用効果を、本発明の有効性に関する幾つかの実験の結果を参照して、以下にさらに詳細に説明する。

実験1

図1及び図2に示すロータ10において、永久磁石部材18を、 $\text{Sm}_2\text{Co}_{17}$ 系の磁性粉末とエポキシ樹脂バインダーとからなる希土類異方性ボンド磁石で作製し、軸16を「JIS SK4」の炭素鋼で作製し、皮膜22をNi-P無電解めっき膜で形成した。軸16は、歯車28を有する一体構造物とした。環状又は円筒状の永久磁石部材18の寸法は、 $1250\mu\text{m}$ （外径） $\times 350\mu\text{m}$ （内径） $\times 460\mu\text{m}$ （軸線方向長さ）であった。永久磁石部材18に使用したボンド磁石は、平均粒径 $10\mu\text{m}$ （フィッシャー法による測定値）の $\text{Sm}_2\text{Co}_{17}$ 系の磁性粉末と3重量%のエポキシ樹脂バインダーとからなるコンパウンドを用いて、圧縮磁場成形法により作製した。このボンド磁石は、20～40体積%の空隙を有していた。

そこで、永久磁石部材18に熱硬化性液体エポキシ樹脂を真空含浸して空隙を埋め、永久磁石部材18の機械的強度及び靱性を向上

させた。機械的強度をさらに向上させるために、 $20\text{ }\mu\text{m}$ の均一厚みを有するNi-P無電解めっき膜22を、無電解めっき法により永久磁石部材18の全面に形成した。それにより、貫通穴20の内径 D_1 が $310\text{ }\mu\text{m}$ で、貫通穴20の軸線方向全長 T_1 が $500\text{ }\mu\text{m}$ の磁石12を完成させた。このようにして形成された磁石12は、永久磁石部材18の10倍以上の、径方向圧縮荷重に対する優れた破壊強度を示した。なお、無電解めっき膜22の厚みが不均一になりがちな場合には、最低 $20\text{ }\mu\text{m}$ の厚みを有する無電解めっき膜22を形成し、そのめっき磁石ブランクに直径 $310\text{ }\mu\text{m}$ の錐を用いて貫通穴20の内径寸法仕上げを施すことが有用である。

中間部分24の直径 d_1 がそれぞれ $312\text{ }\mu\text{m}$ 、 $315\text{ }\mu\text{m}$ 、 $320\text{ }\mu\text{m}$ 、 $330\text{ }\mu\text{m}$ 、 $340\text{ }\mu\text{m}$ 及び $345\text{ }\mu\text{m}$ である6種類の軸16を用意した。そして、作製した磁石12にそれら軸16のそれぞれを挿入し、軸16の中間部分24を貫通穴20に、軸線方向係合長さ t_1 がそれぞれ $10\text{ }\mu\text{m}$ 、 $30\text{ }\mu\text{m}$ 、 $50\text{ }\mu\text{m}$ 、 $100\text{ }\mu\text{m}$ 、 $200\text{ }\mu\text{m}$ 、 $250\text{ }\mu\text{m}$ 及び $300\text{ }\mu\text{m}$ となるまで圧入した。このようにして、6種類の軸16を、特に貫通穴20内部の無電解めっき膜22の壁における磁石12の変形の下で、異なる係合条件(締めしろ $d_1 - D_1$ ；軸線方向係合長さ t_1)で磁石12に固定した。

このようにして作製された複数種類のロータ10のそれぞれについて、軸16を固定するための固定力(Kgf)(表1)、磁石12の破壊状況(表2)、及び軸16の傾倒すなわち軸ずれ(表3)を評価した。固定力は、磁石12の貫通穴20に固定された軸16の第1端部26を軸線方向へ押して、軸16を貫通穴20内で移動させる(又は貫通穴20から抜く)のに要した力を測定することにより得られた。これらの評価の結果を、表1～3に示す。

表 1 (固定力: Kg_f)

$d_1 - D_1$ t_1 (μm) (μm)	2	5	10	20	30	35
10	0.01	0.03	0.09	0.54	0.95	2.05
30	0.05	0.07	0.10	0.85	1.56	-
50	0.08	0.22	0.90	1.40	1.90	-
100	0.12	<u>0.35</u>	<u>1.25</u>	<u>2.32</u>	<u>2.81</u>	-
200	0.14	<u>0.59</u>	<u>1.50</u>	<u>2.70</u>	<u>3.40</u>	-
250	0.18	<u>0.81</u>	<u>2.32</u>	<u>2.72</u>	<u>3.90</u>	-
300	0.01	0.02	-	-	-	-

(- : 0.01 Kg_f 未満)

表 2 (磁石破壊)

$d_1 - D_1$ t_1 (μm) (μm)	2	5	10	20	30	35
10	○	○	○	○	○	○
30	○	○	○	○	○	×
50	○	○	○	○	○	×
100	○	<u>○</u>	<u>○</u>	<u>○</u>	<u>○</u>	×
200	○	<u>○</u>	<u>○</u>	<u>○</u>	<u>○</u>	×
250	○	<u>○</u>	<u>○</u>	<u>○</u>	<u>○</u>	×

300	×	×	×	×	×	×
-----	---	---	---	---	---	---

(○: 割れない ×: 割れる)

表 3 (軸ずれ)

$d_1 - D_1$ t_1 (μm) (μm)	2	5	10	20	30	35
10	×	×	×	×	×	×
30	×	×	×	×	×	-
50	×	×	×	×	×	-
100	○	○	○	○	○	-
200	○	○	○	○	○	-
250	○	○	○	○	○	-
300	-	-	-	-	-	-

(○: 軸ずれ無し ×: 軸ずれ有り -: 評価できず (割れた))

上記評価結果から理解されるように、貫通穴 20 内での軸 16 の中間部分 24 と磁石 12 との締めしろ $d_1 - D_1$ が $5\mu\text{m}$ 未満のときには、電子時計に組込まれる小型電動機のロータに一般に要求される固定力 0.2Kgf を得ることができなかった。また締めしろが $30\mu\text{m}$ を超えると、貫通穴 20 への軸 16 の圧入作業の間に、殆どの軸線方向係合長さ t_1 で磁石 12 が割れた。軸線方向係合長さ t_1 が $100\mu\text{m}$ 未満のときには、軸 16 が貫通穴 20 内で傾倒すなわち軸ずれを生じた。軸線方向係合長さ t_1 が $250\mu\text{m}$ を超えると、軸 16 の圧入作業の間に、いずれの締めしろ $d_1 - D_1$ でも

磁石 12 が割れた。したがって、軸線方向係合長さ t_1 を $100 \mu\text{m}$ 以上 $250 \mu\text{m}$ 以下（すなわち $T_1 / 5 \leq t_1 \leq T_1 / 2$ ）の範囲で選定し、かつ締めしろ $d_1 - D_1$ を $5 \mu\text{m}$ 以上 $30 \mu\text{m}$ 以下の範囲で選定する必要がある。

以上の説明から明らかなように、各表 1～3 で下線を付した評価結果を呈するロータ 10 は、発明として採用できるものであり、それらにおいては、磁石 12 が軸 16 によって割れたりひびを生じたりすることがなく、少なくとも 0.2 Kgf の所望の固定力が得られ、軸 16 の傾倒すなわち軸ずれが排除される。下線を付したロータ 10 のいずれを選択することによっても、軸 16 の中間部分 24 の直径の寸法上のばらつきを考慮した場合にも、貫通穴 20 への軸 16 の簡単な圧入工程によってロータ 10 を大量生産することができる。

電子時計に組込まれる小型電動機で好適に使用される本発明に係るロータ 10 の磁石 12 の寸法は、外径が $800 \mu\text{m} \sim 1500 \mu\text{m}$ 、内径が $250 \mu\text{m} \sim 500 \mu\text{m}$ 、軸線方向長さが $400 \mu\text{m} \sim 800 \mu\text{m}$ 、及びめっき厚みが $10 \mu\text{m} \sim 30 \mu\text{m}$ の範囲になるように設計できる。磁石 12 の寸法をこの範囲で設定すると、本発明による上記した作用効果を得ることができる。

なお、上記評価において、貫通穴 20 内での軸 16 の中間部分 24 と磁石 12 との締めしろ $d_1 - D_1$ の大きさは、中間部分 24 の直径を変更する代わりに、皮膜すなわち金属めっき膜 22 の厚みを変更することによっても調整できる。また、永久磁石部材 18 に真空含浸される充填材は、エポキシ樹脂に代えて、フェノール樹脂、ポリウレタン等の熱硬化性接着剤及び嫌気性接着剤から選択することもできる。これらの充填材はいずれも、比較的高い接着力を発揮できる取扱いが容易な液体樹脂材料であり、同様の作用効果を奏す

るものである。

実験 2

図 3 に示すロータ 40 において、永久磁石部材 18 を、 $\text{Sm}_2\text{Co}_{17}$ 系の磁性粉末とエポキシ樹脂バインダーとからなる希土類異方性ボンド磁石で作製し、軸 16 を「JIS SK4」の炭素鋼で作製し、皮膜 42 を Ni-P 無電解めっき下地層 44 と Ni 電解めっき上部層 46 とから形成した。軸 16 は、歯車 28 を有する一体構造物とした。環状又は円筒状の永久磁石部材 18 の寸法は、 $1250\text{ }\mu\text{m}$ (外径) $\times 350\text{ }\mu\text{m}$ (内径) $\times 488\text{ }\mu\text{m}$ (軸線方向長さ) であった。永久磁石部材 18 に使用したボンド磁石は、平均粒径 $10\text{ }\mu\text{m}$ (フィッシャー法による測定値) の $\text{Sm}_2\text{Co}_{17}$ 系の磁性粉末と 3 重量 % のエポキシ樹脂バインダーとからなるコンパウンドを用いて、圧縮磁場成形法により作製した。このボンド磁石は、20 ~ 40 体積 % の空隙を有していた。

そこで、永久磁石部材 18 に熱硬化性液体エポキシ樹脂を真空含浸して空隙を埋め、永久磁石部材 18 の機械的強度及び靱性を向上させた。機械的強度をさらに向上させるために、 $1\text{ }\mu\text{m}$ の均一厚みを有する Ni-P 無電解めっき下地層 44 を永久磁石部材 18 の全面に形成し、 $5\text{ }\mu\text{m}$ の均一厚みを有する Ni 電解めっき上部層 46 を下地層 44 の全面に形成した。それにより、貫通穴 20 の内径 D_2 が $338\text{ }\mu\text{m}$ で、貫通穴 20 の軸線方向全長 T_2 が $500\text{ }\mu\text{m}$ の磁石 12 を完成させた。このようにして形成された磁石 12 は、永久磁石部材 18 の 10 倍以上の、径方向圧縮荷重に対する優れた破壊強度を示した。なお、2 層金属めっき膜 42 の厚みが不均一になりがちな場合には、最低 $6\text{ }\mu\text{m}$ の厚みを有する金属めっき膜 42 を形成し、そのめっき磁石ブランクに直径 $338\text{ }\mu\text{m}$ の錐を用いて貫通穴 20 の内径寸法仕上げを施すことが有用である。

中間部分 24 の直径 d_2 がそれぞれ $340\ \mu\text{m}$ 、 $343\ \mu\text{m}$ 、 $348\ \mu\text{m}$ 、 $358\ \mu\text{m}$ 、 $368\ \mu\text{m}$ 及び $373\ \mu\text{m}$ である 6 種類の軸 16 を用意した。そして、作製した磁石 12 にそれら軸 16 のそれぞれを挿入し、軸 16 の中間部分 24 を貫通穴 20 に、軸線方向係合長さ t_2 がそれぞれ $10\ \mu\text{m}$ 、 $30\ \mu\text{m}$ 、 $50\ \mu\text{m}$ 、 $100\ \mu\text{m}$ 、 $200\ \mu\text{m}$ 、 $250\ \mu\text{m}$ 及び $300\ \mu\text{m}$ となるまで圧入した。このようにして、6 種類の軸 16 を、特に貫通穴 20 内部の金属めっき膜 42 の壁における磁石 12 の変形の下で、異なる係合条件（締めしろ $d_2 - D_2$ ；軸線方向係合長さ t_2 ）で磁石 12 に固定した。

このようにして作製された複数種類のロータ 40 のそれぞれについて、軸 16 を固定するための固定力 (Kgf)（表 4）、磁石 12 の破壊状況（表 5）、及び軸 16 の傾倒すなわち軸ずれ（表 6）を評価した。固定力は、磁石 12 の貫通穴 20 に固定された軸 16 の第 1 端部 26 を軸線方向へ押して、軸 16 を貫通穴 20 内で移動させる（又は貫通穴 20 から抜く）のに要した力を測定することにより得られた。これらの評価の結果を、表 4～6 に示す。

表 4（固定力：Kgf）

$d_2 - D_2$ t_2 (μm) (μm)	2	5	10	20	30	35
10	0.02	0.05	0.11	0.64	0.99	2.29
30	0.06	0.09	0.13	0.95	1.86	-
50	0.09	0.25	0.93	1.40	2.03	-
100	0.12	0.39	1.45	2.42	2.91	-

200	0.15	<u>0.67</u>	<u>1.60</u>	<u>2.90</u>	<u>3.60</u>	-
250	0.19	<u>0.91</u>	<u>2.52</u>	<u>2.92</u>	<u>3.99</u>	-
300	0.02	-	-	-	-	-

(-: 0.01 Kgf 未満)

表 5 (磁石破壊)

$d_2 - D_2$ t_2 (μm) (μm)	2	5	10	20	30	35
10	○	○	○	○	○	○
30	○	○	○	○	○	×
50	○	○	○	○	○	×
100	○	○	○	○	○	×
200	○	○	○	○	○	×
250	○	○	○	○	○	×
300	×	×	×	×	×	×

(○: 割れない ×: 割れる)

表 6 (軸ずれ)

$d_2 - D_2$ t_2 (μm) (μm)	2	5	10	20	30	35
10	×	×	×	×	×	×

30	×	×	×	×	×	-
50	×	×	×	×	×	-
100	○	○	○	○	○	-
200	○	○	○	○	○	-
250	○	○	○	○	○	-
300	-	-	-	-	-	-

(○: 軸ずれ無し ×: 軸ずれ有り -: 評価できず (割れた))

上記評価結果から理解されるように、貫通穴 20 内での軸 16 の中間部分 24 と磁石 12 との締めしろ $d_2 - D_2$ が $5 \mu\text{m}$ 未満のときには、電子時計に組込まれる小型電動機のロータに一般に要求される固定力 0.2 Kgf を得ることができなかった。また締めしろが $30 \mu\text{m}$ を超えると、貫通穴 20 への軸 16 の圧入作業の間に、殆どの軸線方向係合長さ t_2 で磁石 12 が割れた。軸線方向係合長さ t_2 が $100 \mu\text{m}$ 未満のときには、軸 16 が貫通穴 20 内で傾倒すなわち軸ずれを生じた。軸線方向係合長さ t_2 が $250 \mu\text{m}$ を超えると、軸 16 の圧入作業の間に、いずれの締めしろ $d_2 - D_2$ でも磁石 12 が割れた。したがって、軸線方向係合長さ t_2 を $100 \mu\text{m}$ 以上 $250 \mu\text{m}$ 以下 (すなわち $T_2 / 5 \leq t_2 \leq T_2 / 2$) の範囲で選定し、かつ締めしろ $d_2 - D_2$ を $5 \mu\text{m}$ 以上 $30 \mu\text{m}$ 以下の範囲で選定する必要がある。

以上の説明から明らかなように、各表 4～6 で下線を付した評価結果を呈するロータ 40 は、発明として採用できるものであり、それらにおいては、磁石 12 が軸 16 によって割れたりひびを生じたりすることがなく、少なくとも 0.2 Kgf の所望の固定力が得られ、軸 16 の傾倒すなわち軸ずれが排除される。下線を付したロータ 40 のいずれを選択することによっても、軸 16 の中間部分 24 の

直径の寸法上のばらつきを考慮した場合にも、貫通穴 20 への軸 16 の簡単な圧入工程によってロータ 40 を大量生産することができる。

電子時計に組込まれる小型電動機で好適に使用される本発明に係るロータ 40 の磁石 12 の寸法は、外径が $800\ \mu\text{m} \sim 1500\ \mu\text{m}$ 、内径が $250\ \mu\text{m} \sim 500\ \mu\text{m}$ 、軸線方向長さが $400\ \mu\text{m} \sim 800\ \mu\text{m}$ 、及び 2 層めっきの厚みが $3\ \mu\text{m} \sim 30\ \mu\text{m}$ の範囲になるように設計できる。磁石 12 の寸法をこの範囲で設定すると、本発明による上記した作用効果を得ることができる。2 層めっきの厚みが $5\ \mu\text{m}$ のときに、 $20\ \mu\text{m}$ の厚みの単層めっきを有するロータ 10 とほぼ同一の結果が得られた。このような比較的薄い 2 層めっき膜 42 は、膜厚を容易に管理することができる。

なお、上記評価において、貫通穴 20 内での軸 16 の中間部分 24 と磁石 12 との締めしろ $d_2 - D_2$ の大きさは、中間部分 24 の直径を変更する代わりに、皮膜すなわち金属めっき膜 42 の厚みを変更することによっても調整できる。また、永久磁石部材 18 に真空含浸される充填材は、エポキシ樹脂に代えて、フェノール樹脂、ポリウレタン等の熱硬化性接着剤及び嫌気性接着剤から選択することもできる。これらの充填材はいずれも、比較的高い接着力を発揮できる取扱いが容易な液体樹脂材料であり、同様の作用効果を奏するものである。

図 4 及び図 5 は、本発明の第 3 実施例による小型電動機のロータ 50 を示す。この実施例のロータ 50 は、補強手段の構成以外は、前述したロータ 10 に本質的に類似した構成を有する。したがって、同一又は類似の構成要素には共通の参照符号を付して、その詳細な説明を省略する。

ロータ 50 の磁石 12 は、皮膜を備えず、環状又は円筒状の永久

磁石部材 18 から構成される。したがって、永久磁石部材 18 の表面が、回転軸線 14 に同軸に延びる円筒状の中心貫通穴 20 を画成するとともに、直径 D_1 を有する貫通穴 20 の内部の、磁石 12 の円筒状内面を構成する。

ロータ 50 の軸 16 は、直径 d_1 を有する中間部分 24 を備える。直径 d_1 は、中間部分 24 が磁石 12 の貫通穴 20 に受容されて幾分緩めに圧入ないし嵌入されるような寸法（すなわち d_1 は D_1 よりも僅かに大きい）である。軸 16 の第 1 端部 26 は、貫通穴 20 の直径 D_1 よりも小さな直径 e_1 を有する。

軸 16 は、その中間部分 24 と第 1 端部 26 とが貫通穴 20 に挿入され、中間部分 24 の円筒状外面と磁石 12 の貫通穴 20 内の円筒状内面との相互係合により、磁石 12 上の所定の適正位置に同心に支持される。このとき、中間部分 24 の寸法は、貫通穴 20 の軸線方向全長 T_1 よりも短い軸線方向係合長さ t_1 が得られるように設定される。

ロータ 50 はさらに、少なくとも磁石 12 の貫通穴 20 の内部に設けられて、軸 16 を磁石 12 上の所定位置に固定的に保持する固定力を確保するための補強手段を備える。この実施例では、補強手段は、貫通穴 20 内で軸 16 の第 1 端部 26 と磁石 12 との間に形成される隙間に充填される接着剤 52 によって構成される。軸 16 の中間部分 24 は、磁石 12 の円筒状内面に対面式に幾分緩く係合し、貫通穴 20 内に形成された隙間に充填される接着剤 52 が、軸 16 を貫通穴 20 内に固定して所望の固定力を発揮するように作用する。

この構成においては、軸 16 の中間部分 24 が磁石 12 の貫通穴 20 に幾分緩めに圧入されて仮止めされるので、貫通穴 20 への中間部分 24 の圧入作業中及びロータ 50 の完成後に、磁石 12 が割

れたりひびを生じたりすることが防止される。そして、軸 16 に対する比較的大きな安定した固定力が、接着剤 52 によって確保される。接着剤 52 は、軸 16 を貫通穴 20 に挿入した後に、貫通穴 20 内で軸 16 の第 1 端部 26 と磁石 12 との間に形成される隙間に、例えば真空含浸工程により容易かつ確実に充填される。また、ブッシュ等の追加部品を使用しないので、ロータ 50 の部品点数を削減できる。したがってロータ 50 は、優れた構造信頼性を有し、高い生産性の下に、比較的低コストで製造することができる。

貫通穴 20 の軸線方向全長 T_1 に対する軸 16 の中間部分 24 の軸線方向係合長さ t_1 、及び貫通穴 20 における中間部分 24 と磁石 12 との締めしろ「 $d_1 - D_1$ 」を適当に調整することにより、磁石 12 の割れやひびを排除しつつ、磁石 12 に対する軸 16 の同心性すなわちアライメントを確保することができる。また、貫通穴 20 内で軸 16 の第 1 端部 26 と磁石 12 との間に形成される接着剤 52 を満たす隙間の、軸線方向接着長さ「 $T_1 - t_1$ 」及び径方向接着長さ「 $D_1 - e_1$ 」を適当に調整することにより、軸 16 に対する所望の固定力を得ることができる。この構成は、焼結磁石構造及びボンド磁石構造の双方に適用できる。

なお、所望の固定力とは、ロータ 50 の生産性及び構造信頼性を考慮して決定できるものであり、例えば 0.2 Kgf である。また、軸 16 の中間部分 24 は、前述した JP-U-54-71610 に開示されるような多角柱等の異形の外形を有することもできる。

好ましくはロータ 50 では、軸 16 の中間部分 24 の軸線方向係合長さ t_1 と磁石 12 の貫通穴 20 の軸線方向全長 T_1 との寸法関係は、 $T_1 / 5 \leq t_1 \leq 4 T_1 / 5$ として規定される。軸線方向係合長さ t_1 が $T_1 / 5$ 未満であると、軸 16 は貫通穴 20 内で容易に傾倒して、軸 16 の圧入作業の間に軸ずれを生じる傾向がある。

また軸線方向係合長さ t_3 が $4T_3/5$ より大きいと、軸線方向接着長さ「 $T_3 - t_3$ 」が短くなり、軸 16 に対する所望の安定的固定力を確保することが困難になる傾向がある。

ロータ 50 では、軸線方向接着長さ「 $T_3 - t_3$ 」が少なくとも $50\mu\text{m}$ であることが望ましい。それにより、軸 16 に対する所望の安定的固定力を確保するとともに、後述する洗浄工程の間に接着剤 52 を貫通穴 20 内に形成された隙間に保持することが可能になる。さらに、径方向接着長さ「 $D_3 - e_3$ 」は少なくとも $2\mu\text{m}$ であることが望ましい。それにより、軸 16 に対する所望の安定的固定力を確保するとともに、接着剤 52 を隙間に容易に充填することが可能になる。

真空含浸工程の間に貫通穴 20 の外部の磁石 12 の外面に付着した余分な接着剤は、貫通穴 20 内の隙間に接着剤 52 を残したまま、有機溶剤により容易に洗浄除去することができる。隙間に接着剤 52 を充填するための真空含浸法は、大量（例えば 1 万個～100 万個）のロータ 50 を一度に処理するバッチ処理を可能にするので、ロータ 50 の製造コストをさらに低減することができる。

接着剤 52 は、熱硬化性エポキシ樹脂からなることが好ましい。熱硬化性エポキシ樹脂は、比較的大きな接着力を有するとともに安定した生産性を確保できるからである。すなわち、熱硬化性エポキシ樹脂は、その室温での広範囲のポットライフ及び粘度を、任意に調整できる。ここで、エポキシ樹脂の粘度はできるだけ低いことが望ましく、また常温でのポットライフは生産性の観点でできるだけ長いことが望ましい。

図 6 は、本発明の第 4 実施例による小型電動機のロータ 60 を示す。この実施例のロータ 60 は、永久磁石部材 18 に皮膜 62 を形成した点以外は、前述したロータ 50 に本質的に類似した構成を有

する。したがって、同一又は類似の構成要素には共通の参照符号を付して、その詳細な説明を省略する。

ロータ 60 では、磁石 12 は、永久磁石部材 18 と、永久磁石部材 18 の前面に形成される皮膜 62 とを備えて構成される。したがって、皮膜 62 の表面が、回転軸線 14 に同軸に延びる円筒状の中心貫通穴 20 を画成するとともに、直径 D_1 を有する貫通穴 20 の内部の、磁石 12 の円筒状内面を構成する。

軸 16 の中間部分 24 は、中間部分 24 が磁石 12 の貫通穴 20 に受容されて幾分緩めに圧入ないし嵌入されるような直径 d_1 (すなわち d_1 は D_1 よりも僅かに大きい) を有する。軸 16 の第 1 端部 26 は、貫通穴 20 の直径 D_1 よりも小さな直径 e_1 を有する。また、軸 16 の中間部分 24 の寸法は、貫通穴 20 の軸線方向全長 T_1 よりも短い軸線方向係合長さ t_1 が得られるように設定される。

皮膜 62 は、追加の補強手段として作用し、貫通穴 20 内で軸 16 の第 1 端部 26 と磁石 12 との間に形成される隙間に充填される接着剤 52 と協働して、軸 16 を磁石 12 上の所定位置に固定的に保持する固定力を確保する。すなわち、軸 16 の中間部分 24 は磁石 12 の円筒状内面に対面式に幾分緩く係合するのであるが、皮膜 62 は永久磁石部材 18 の機械的強度を向上させて、軸 16 の挿入により永久磁石部材 18 が割れやひびを生じることを効果的に防止する。したがってこの構成は、永久磁石部材 18 がボンド磁石等の比較的脆弱な磁石からなる場合に特に適している。この場合、皮膜 62 は、軸 16 の圧入作業の間に、成形体である永久磁石部材 18 から磁性粉末が脱落することを防止するようにも作用する。

皮膜 62 は、金属めっき膜から構成できる。金属めっき膜 62 は、好ましくは Ni-P 無電解めっきや Ni-P-W 無電解めっきか

ら構成され、永久磁石部材 18 の全面に渡って略均一の厚みが付与される。また金属めっき膜 62 は、 $10\ \mu\text{m}$ 以上の厚みを有することが望ましく、それにより磁石 12 の機械的強度を十分に向上させることができる。或いはロータ 60 では、軸 16 の中間部分 24 が磁石 12 の貫通穴 20 に幾分緩めに圧入されるので、皮膜 62 を有機皮膜から構成することもできる。この場合、好ましくは有機皮膜 62 は、エポキシ樹脂のスプレーコート膜、ポリパラキシレンの蒸着膜、電着塗装等から構成される。また有機皮膜 62 は、 $20\ \mu\text{m}$ 以上の厚みを有することが望ましく、それにより磁石 12 の機械的強度を十分に向上させることができる。

本発明の上記した第 3 及び第 4 実施例の構成及び作用効果を、本発明の有効性に関する幾つかの実験の結果を参照して、以下にさらに詳細に説明する。

実験 3

図 4 及び図 5 に示すロータ 50 において、永久磁石部材 18 を、 $\text{Sm}_2\text{Co}_{17}$ 系の焼結磁石で作製し、軸 16 を「JIS SK4」の炭素鋼で作製した。環状又は円筒状の永久磁石部材 18 すなわち磁石 12 の寸法は、 $1250\ \mu\text{m}$ (外径) \times $350\ \mu\text{m}$ (内径) \times $500\ \mu\text{m}$ (軸線方向長さ) であった。

中間部分 24 の直径 d_1 がそれぞれ $350\ \mu\text{m}$ 、 $355\ \mu\text{m}$ 及び $360\ \mu\text{m}$ である 3 種類の軸 16 を用意した。これら軸 16 は、いずれも第 1 端部 26 の直径 e_1 が $330\ \mu\text{m}$ であった。そして、磁石 12 にそれら軸 16 のそれぞれを挿入し、軸 16 の中間部分 24 を貫通穴 20 に、軸線方向係合長さ t_1 がそれぞれ $50\ \mu\text{m}$ 、 $70\ \mu\text{m}$ 、 $100\ \mu\text{m}$ 、 $200\ \mu\text{m}$ 、 $300\ \mu\text{m}$ 、 $400\ \mu\text{m}$ 、 $420\ \mu\text{m}$ 及び $450\ \mu\text{m}$ となるまで圧入した。このようにして、3 種類の軸 16 を、貫通穴 20 内で中間部分 24 の外面全体が磁石 12 の

内面に一様に接触するようにして、異なる係合条件（締めしろ d_s - D_s ; 軸線方向係合長さ t_s ）で磁石 1 2 に仮止めした（第 1 ステップ）。

このようにして作製された複数種類のロータブランクのそれぞれについて、軸 1 6 を固定するための固定力 (Kgf) 又は軸 1 6 の取付状態を評価した。固定力は、磁石 1 2 の貫通穴 2 0 に固定された軸 1 6 の第 1 端部 2 6 を軸線方向へ押して、軸 1 6 を貫通穴 2 0 内で移動させる（又は貫通穴 2 0 から抜く）のに要した力を測定することにより得られた。この評価の結果を表 7 に示す。

表 7 (固定力 (Kgf) 又は取付状態 : 第 1 ステップ)

$d_s - D_s$ t_s (μm)	0	5	10
50	I	I	I
70	I	I	I
100	II	0.02	III
200	II	0.05	III
300	0.02	0.07	III
400	0.04	0.13	III
420	0.04	0.15	III
450	0.05	0.16	III

(I : 軸ずれ II : 抜け III : 割れ)

表 7 に示すように、第 1 ステップの後では、軸線方向係合長さ t_s が 100 μm 未満のときには、全ての軸 1 6 が貫通穴 2 0 内で傾

倒すなわち軸ずれを生じた。貫通穴 20 内での軸 16 の中間部分 24 と磁石 12 との締めしろ $d_s - D_s$ が $0 \mu m$ で、軸線方向係合長さ t_s が $200 \mu m$ 以下のときには、軸ずれは生じないものの、後述する第 2 ステップの前の取扱い中に、軸 16 が貫通穴 20 から抜け落ちる傾向があった。締めしろ $d_s - D_s$ が $10 \mu m$ (中間部分 24 の直径 d_s が $360 \mu m$) のときには、軸 16 の圧入作業の間に、幾つかの軸線方向係合長さ t_s で磁石 12 が割れる傾向があった。他の係合条件 ($d_s - D_s$; t_s) では、軸 16 の軸ずれ及び磁石 12 の割れを生じることなく、軸 16 を磁石 12 に仮止めすることができた。

次に、第 1 ステップ後の、軸 16 が上記した種々の係合条件下で仮止めされたロータブランクを多数 (例えば約 1 万個) 用意し、それらロータブランクを 1 リットルのビーカに入れて、ビーカを真空容器中で 0.1 Torr まで排気した。この間に、接着剤 52 として作用する熱硬化性液体エポキシ樹脂をビーカ内に供給し、その後、真空状態を大気圧に解除した。なお真空解除後、ビーカを加圧容器に入れて $3 \text{ Kg/cm}^2 \sim 5 \text{ Kg/cm}^2$ の圧力で加圧してもよい。その後、全てのロータブランクをステンレスメッシュ容器に移し、液体エポキシ樹脂の大部分を廃棄した。残されたエポキシ樹脂は、ロータブランクが互いに付着しないように、エタノール中で洗い落とした。この洗浄工程を超音波洗浄によって行えば、洗浄に要する時間を短縮できる。その後、エポキシ樹脂を 180°C の温度条件下に 3 時間置いて硬化させた。このようにして、軸 16 を異なる係合条件 ($d_s - D_s$; t_s) 下で磁石 12 に固定し、複数種類のロータ 50 を完成させた (第 2 ステップ)。

完成した複数種類のロータ 50 のそれぞれについて、軸 16 を固定するための固定力 (Kgf) 又は軸 16 の取付状態を、第 1 ステップ

後の前述した評価と同様にして評価した。この評価の結果を表 8 に示す。

表 8 (固定力(Kgf) 又は取付状態：第 2 ステップ)

$d_3 - D_3$ t_3 (μm)	0	5	10
50	I	I	I
70	I	I	I
100	II	<u>0.25</u>	III
200	II	<u>0.85</u>	III
300	0.18	<u>0.84</u>	III
400	0.15	<u>0.54</u>	III
420	0.09	0.17	III
450	0.07	0.17	III

(I : 軸ずれ II : 抜け III : 割れ)

表 8 に示すように、第 2 ステップの後では、軸線方向係合長さ t_3 が $100 \mu m$ 以上 $400 \mu m$ 以下のときには、少なくとも 0.2 Kgf の所望の固定力が得られた。しかし、軸線方向係合長さ t_3 が $400 \mu m$ を超えると、固定力は 0.2 Kgf よりも小さくなり、接着剤 52 が有効に機能していないことが判った。

上記評価結果から理解されるように、表 8 で下線を付した固定力を発揮する、軸線方向係合長さ t_3 が $100 \mu m$ 以上 $400 \mu m$ 以下 (すなわち $T_3 / 5 \leq t_3 \leq 4 T_3 / 5$) のロータ 50 は、発明として好適に採用できるものである。それらのロータ 50 において

は、磁石 12 が軸 16 によって割れたりひびを生じたりすることがなく、少なくとも 0.2 Kgf の所望の固定力が得られ、軸 16 の軸ずれや抜けが排除される。そのようなロータ 50 は、電子時計に組込まれる小型電動機で好適に使用される。

なお、上記評価において、永久磁石部材 18 は、 $\text{Sm}_2\text{Co}_{17}$ 系の焼結磁石に代えて、 SmCo_5 系の焼結磁石や NdFeB 系の焼結磁石から形成することもできる。これらはいずれも、同様の作用効果を奏するものである。

実験 4

図 6 に示すロータ 60 において、永久磁石部材 18 を、エポキシ樹脂系のバインダーを含有する $\text{Sm}_2\text{Co}_{17}$ 系のボンド磁石で作製し、軸 16 を「JIS SK4」の炭素鋼で作製した。環状又は円筒状の永久磁石部材 18 の寸法は、 $1250\text{ }\mu\text{m}$ （外径） $\times 350\text{ }\mu\text{m}$ （内径） $\times 500\text{ }\mu\text{m}$ （軸線方向長さ）であった。皮膜 62 は、膜厚 $15\text{ }\mu\text{m}$ の Ni-P 無電解めっき膜から構成した。したがって、磁石 12 の内径 D_1 は $320\text{ }\mu\text{m}$ 、貫通穴 20 の軸線方向全長 T_1 は $530\text{ }\mu\text{m}$ となった。

中間部分 24 の直径 d_1 がそれぞれ $320\text{ }\mu\text{m}$ 、 $325\text{ }\mu\text{m}$ 及び $330\text{ }\mu\text{m}$ である 3 種類の軸 16 を用意した。これら軸 16 は、いずれも第 1 端部 26 の直径 e_1 が $300\text{ }\mu\text{m}$ であった。そして、磁石 12 にそれら軸 16 のそれぞれを挿入し、軸 16 の中間部分 24 を貫通穴 20 に、軸線方向係合長さ t_1 がそれぞれ $70\text{ }\mu\text{m}$ 、 $90\text{ }\mu\text{m}$ 、 $120\text{ }\mu\text{m}$ 、 $220\text{ }\mu\text{m}$ 、 $320\text{ }\mu\text{m}$ 、 $420\text{ }\mu\text{m}$ 、 $440\text{ }\mu\text{m}$ 及び $470\text{ }\mu\text{m}$ となるまで圧入した。このようにして、3 種類の軸 16 を、貫通穴 20 内で中間部分 24 の外面全体が磁石 12 の内面に一様に接触するようにして、異なる係合条件（締めしろ $d_1 - D_1$ ；軸線方向係合長さ t_1 ）で磁石 12 に仮止めした（第 1 ス

テップ) :

このようにして作製された複数種類のロータブランクのそれぞれについて、軸 1 6 を固定するための固定力(Kgf) 又は軸 1 6 の取付状態を評価した。固定力は、磁石 1 2 の貫通穴 2 0 に固定された軸 1 6 の第 1 端部 2 6 を軸線方向へ押して、軸 1 6 を貫通穴 2 0 内で移動させる (又は貫通穴 2 0 から抜く) のに要した力を測定することにより得られた。この評価の結果を表 9 に示す。

表 9 (固定力(Kgf) 又は取付状態 : 第 1 ステップ)

$d_4 - D_4$ t_4 (μm) (μm)	0	5	10
70	I	I	I
90	I	I	I
120	II	0.04	III
220	II	0.05	III
320	II	0.09	III
420	0.03	0.13	III
440	0.05	0.14	III
470	0.05	0.15	III

(I : 軸ずれ II : 抜け III : 割れ)

表 9 に示すように、第 1 ステップの後では、軸線方向係合長さ t_4 が $100 \mu m$ 未満のときには、全ての軸 1 6 が貫通穴 2 0 内で傾倒すなわち軸ずれを生じた。貫通穴 2 0 内での軸 1 6 の中間部分 2 4 と磁石 1 2 との締めしろ $d_4 - D_4$ が $0 \mu m$ で、軸線方向係合長

さ t_4 が $320\text{ }\mu\text{m}$ 以下のときには、軸ずれは生じないものの、後述する第2ステップの前の取扱い中に、軸16が貫通穴20から抜け落ちる傾向があった。締めしろ $d_4 - D_4$ が $10\text{ }\mu\text{m}$ (中間部分24の直径 d_4 が $330\text{ }\mu\text{m}$) のときには、軸16の圧入作業の間に、幾つかの軸線方向係合長さ t_4 で磁石12が割れる傾向があった。他の係合条件 ($d_4 - D_4$; t_4) では、軸16の軸ずれ及び磁石12の割れを生じることなく、軸16を磁石12に仮止めすることができた。

次に、第1ステップ後の、軸16が上記した種々の係合条件下で仮止めされたロータブランクを多数 (例えば約1万個) 用意し、それらロータブランクを1リットルのビーカに入れて、ビーカを真空容器中で 0.1 Torr まで排気した。この間に、接着剤52として作用する熱硬化性液体エポキシ樹脂をビーカ内に供給し、その後、真空状態を大気圧に解除した。なお真空解除後、ビーカを加圧容器に入れて $3\text{ Kg/cm}^2 \sim 5\text{ Kg/cm}^2$ の圧力で加圧してもよい。その後、全てのロータブランクをステンレスメッシュ容器に移し、液体エポキシ樹脂の大部分を廃棄した。残されたエポキシ樹脂は、ロータブランクが互いに付着しないように、エタノール中で洗い落とした。この洗浄工程を超音波洗浄によって行えば、洗浄に要する時間を短縮できる。その後、エポキシ樹脂を 180°C の温度条件下に3時間置いて硬化させた。このようにして、軸16を異なる係合条件 ($d_3 - D_3$; t_3) 下で磁石12に固定し、複数種類のロータ60を完成させた (第2ステップ)。

完成した複数種類のロータ60のそれぞれについて、軸16を固定するための固定力 (Kgf) 又は軸16の取付状態を、第1ステップ後の前述した評価と同様にして評価した。この評価の結果を表10に示す。

表 10 (固定力(Kgf) 又は取付状態 : 第 2 ステップ)

$d_4 - D_4$ t_4 (μm) (μm)	0	5	10
70	I	I	I
90	I	I	I
120	II	<u>0.28</u>	III
220	II	<u>0.78</u>	III
320	II	<u>0.76</u>	III
420	0.14	<u>0.45</u>	III
440	0.10	0.16	III
470	0.08	0.17	III

(I : 軸ずれ II : 抜け III : 割れ)

表 10 に示すように、第 2 ステップの後では、軸線方向係合長さ t_4 が $120 \mu m$ 以上 $420 \mu m$ 以下のときには、少なくとも 0.2 Kgf の所望の固定力が得られた。しかし、軸線方向係合長さ t_4 が $420 \mu m$ を超えると、固定力は 0.2 Kgf よりも小さくなり、接着剤 52 が有効に機能していないことが判った。

上記評価結果から理解されるように、表 10 で下線を付した固定力を発揮する、軸線方向係合長さ t_4 が $106 \mu m$ 以上 $424 \mu m$ 以下 (すなわち $T_4 / 5 \leq t_4 \leq 4 T_4 / 5$) のロータ 60 は、発明として好適に採用できるものである。それらのロータ 60 においては、磁石 12 が軸 16 によって割れたりひびを生じたりすることがなく、少なくとも 0.2 Kgf の所望の固定力が得られ、軸 16 の

軸ずれや抜けが排除される。そのようなロータ 60 は、電子時計に組込まれる小型電動機で好適に使用される。

なお、上記評価において、永久磁石部材 18 は、 $\text{Sm}_2\text{Co}_{17}$ 系のボンド磁石に代えて、 SmCo_5 系のボンド磁石、 NdFeB 系のボンド磁石又は SmFeN 系のボンド磁石から形成することもできる。これらはいずれも、同様の作用効果を奏するものである。また、上記評価において、皮膜 62 は、同様の作用効果を奏する有機皮膜として、膜厚 $25\mu\text{m}$ のポリパラキシレンの蒸着膜から形成することもできる。

以上、本発明を幾つかの好適な実施例に関連して説明したが、本発明は請求の範囲の開示内で様々な変更及び修正を為し得るものである。

産業上の利用可能性

本発明は、小型電動機で使用されるロータであって、優れた構造信頼性を有し、高い生産性の下に、比較的低コストで製造できるロータを提供するものである。本発明によるロータは、環状又は円筒状の磁石と、磁石に固定される軸とを有して構成されるが、磁石が軸によって割れたりひびを生じたりすることを防止でき、しかも軸を磁石上の所定位置に保持するための安定した大きな固定力を確保できる。したがって特に、単純成形磁石すなわちボンド磁石等の、比較的脆弱な磁石を有するロータに好適に適用できる。

請 求 の 範 囲

1. 回転軸線を有する磁石であって、該回転軸線に同軸に延びる貫通穴を備える磁石と、

前記磁石に同心に固定される軸であって、前記貫通穴に取付けられる部分を備え、該部分が該貫通穴の軸線方向長さよりも短い軸線方向係合長さを有してなる軸と、

少なくとも前記貫通穴内に設けられる補強手段であって、前記軸を前記磁石上の所定位置に固定的に保持する固定力を確保するための補強手段と、

を具備する電動機のロータ。

2. 前記磁石が、環状の磁石部材と、該磁石部材の表面に形成されて少なくとも前記貫通穴内に配置される皮膜とから構成され、前記補強手段が該皮膜からなり、前記軸の前記部分が該皮膜に対面式に係合する請求項 1 に記載のロータ。

3. 前記皮膜が金属めっきからなる請求項 2 に記載のロータ。

4. 前記金属めっきが無電解めっきである請求項 3 に記載のロータ。

5. 前記金属めっきが、Ni-P 無電解めっき、Ni-B 無電解めっき及び Ni-P-W 無電解めっきのうちの少なくとも 1 つを含む請求項 3 に記載のロータ。

6. 前記金属めっきが少なくとも $10\ \mu\text{m}$ の厚みを有する請求項 3 に記載のロータ。

7. 前記金属めっきが、無電解めっき下地層と電解めっき上部層とを備える請求項 3 に記載のロータ。

8. 前記電解めっき上部層が Ni 電解めっきである請求項 7 に記載のロータ。

9. 前記無電解めっき下地層が $0.5 \mu\text{m} \sim 2.0 \mu\text{m}$ の厚みを有する請求項 7 に記載のロータ。
10. 前記電解めっき上部層が少なくとも $3.0 \mu\text{m}$ の厚みを有する請求項 7 に記載のロータ。
11. 前記磁石部材がボンド磁石部材からなる請求項 3 に記載のロータ。
12. 前記軸の前記部分の前記軸線方向係合長さとは前記貫通穴の前記軸線方向長さとの寸法関係が、該貫通穴軸線方向長さを T で、かつ該軸線方向係合長さを t で示すと、 $T/5 \leq t \leq T/2$ として規定される請求項 11 に記載のロータ。
13. 前記軸の前記部分が前記磁石の前記貫通穴に密に圧入され、該貫通穴における該部分の締めしろが $5 \mu\text{m} \sim 30 \mu\text{m}$ の範囲にある請求項 11 に記載のロータ。
14. 前記ボンド磁石部材に充填材が真空含浸される請求項 11 に記載のロータ。
15. 前記補強手段が、前記貫通穴内で前記部分以外の前記軸の残部と前記磁石との間に画成される隙間に充填される接着剤からなる請求項 1 に記載のロータ。
16. 前記軸の前記部分の前記軸線方向係合長さとは前記貫通穴の前記軸線方向長さとの寸法関係が、該貫通穴軸線方向長さを T で、かつ該軸線方向係合長さを t で示すと、 $T/5 \leq t \leq 4T/5$ として規定される請求項 15 に記載のロータ。
17. 前記接着剤が熱硬化性エポキシ樹脂からなる請求項 15 に記載のロータ。
18. 前記磁石が、環状の磁石部材と、該磁石部材の表面に形成されて少なくとも前記貫通穴内に配置される皮膜とから構成され、前記補強手段が該皮膜をさらに具備し、前記軸の前記部分が該皮膜に

対面式に係合する請求項 15 に記載のロータ:

19. 前記皮膜が金属めっきからなる請求項 18 に記載のロータ。
20. 前記皮膜が有機皮膜からなる請求項 18 に記載のロータ。
21. 前記磁石部材がボンド磁石部材からなる請求項 18 に記載の

ロータ。

22. 前記磁石が希土類元素を含有する請求項 1 に記載のロータ。

23. 電動機のロータの製造方法であって、

環状の磁石部材の表面に皮膜を形成し、それにより、回転軸線と該回転軸線に同軸に延びる貫通穴とを備え、少なくとも該貫通穴内に該皮膜を配置してなる磁石を作製し、

前記貫通穴に取付けられる部分を備えた軸を用意し、

前記軸を前記磁石の前記貫通穴に挿入して、該軸の前記部分を、該貫通穴の軸線方向長さよりも短い該部分の軸線方向係合長さが得られるまで、該貫通穴に密に圧入する、

各ステップを有する方法。

24. 前記磁石部材がボンド磁石部材からなり、前記皮膜が金属めっきであり、前記皮膜形成ステップの前に、該ボンド磁石部材に接着剤を真空含浸するステップをさらに有する請求項 23 に記載の方法。

25. 前記貫通穴における前記部分の締めしりを、前記皮膜の厚みを変更することにより調整する請求項 23 に記載の方法。

26. 電動機のロータの製造方法であって、

回転軸線と該回転軸線に同軸に延びる貫通穴とを備える磁石を用意し、

前記貫通穴に取付けられる第 1 部分と該第 1 部分に隣接配置されて該貫通穴内で隙間を形成する第 2 部分とを備える軸を用意し、

前記軸を前記磁石の前記貫通穴に挿入して、該軸の前記第 1 部分

を、該貫通穴の軸線方向長さよりも短い該第 1 部分の軸線方向係合長さが得られるまで、該貫通穴に嵌入し、

前記貫通穴内の前記隙間に接着剤を充填する、
各ステップを有する方法。

27. 前記接着剤を前記隙間に真空含浸する請求項 26 に記載の方法。

28. 前記磁石が環状のボンド磁石部材からなり、前記軸挿入ステップの前に、該ボンド磁石部材の表面に皮膜を形成するステップをさらに有する請求項 26 に記載の方法。

Fig. 1

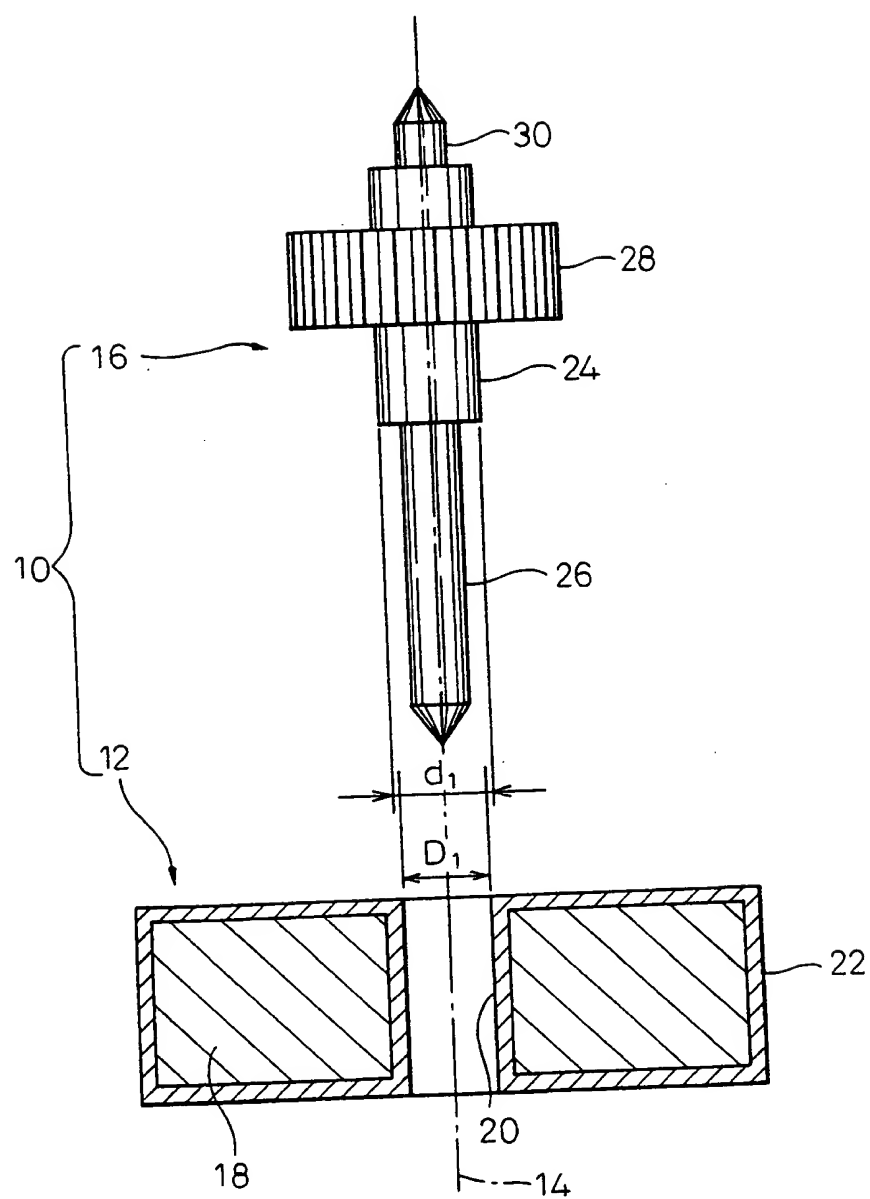


Fig. 2

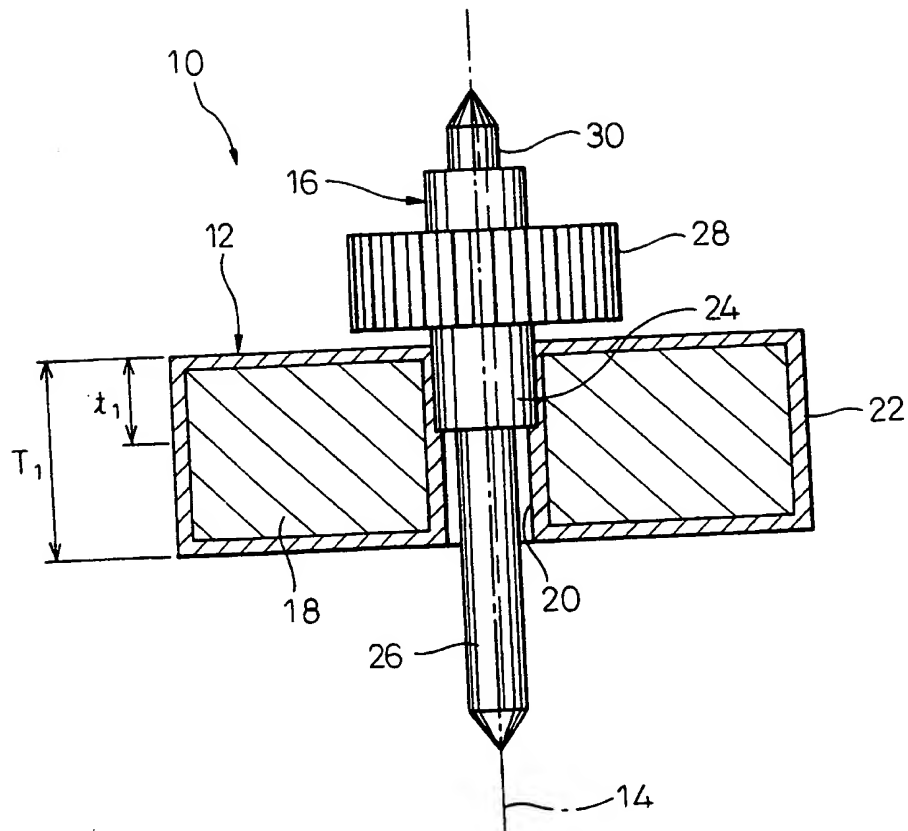


Fig. 3

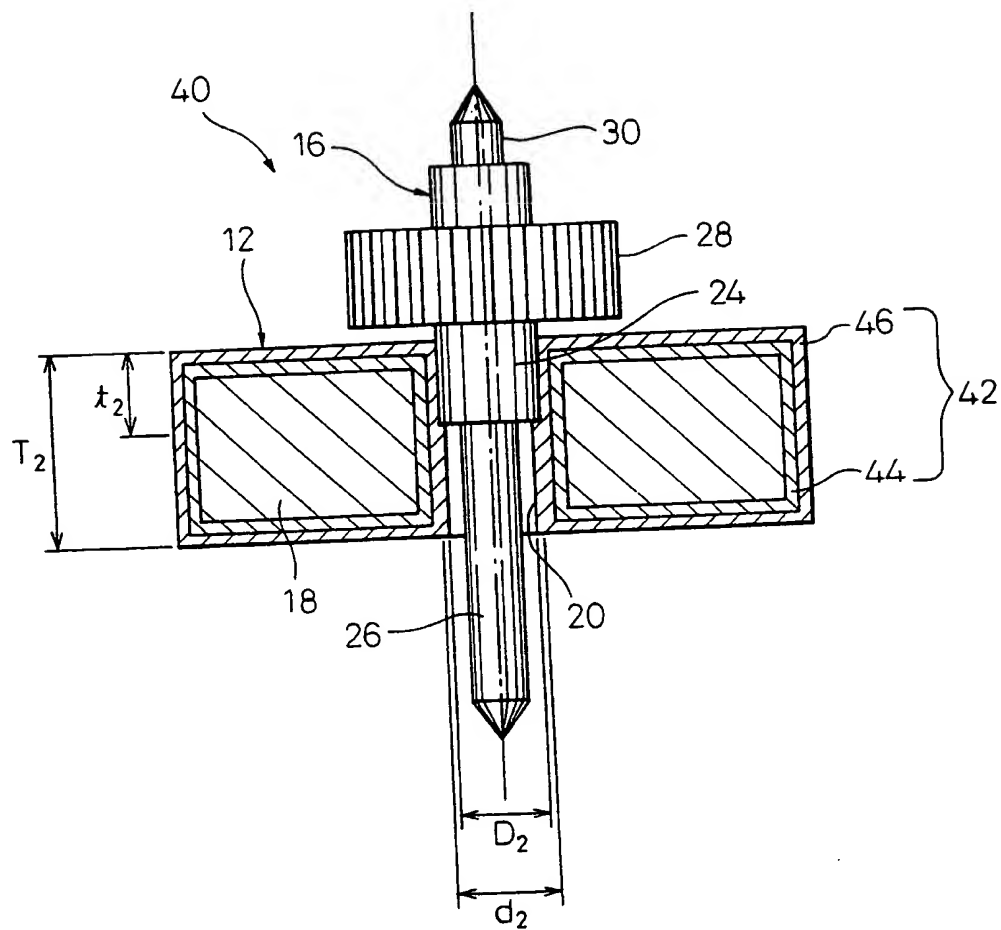


Fig. 4

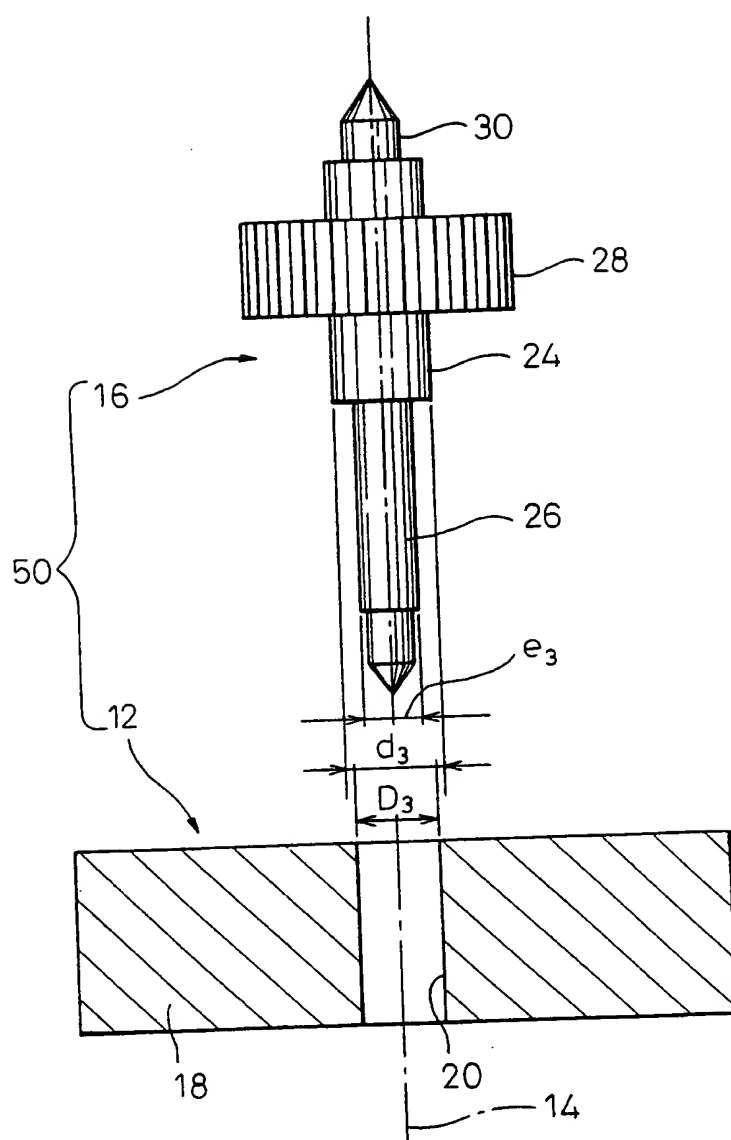


Fig. 5

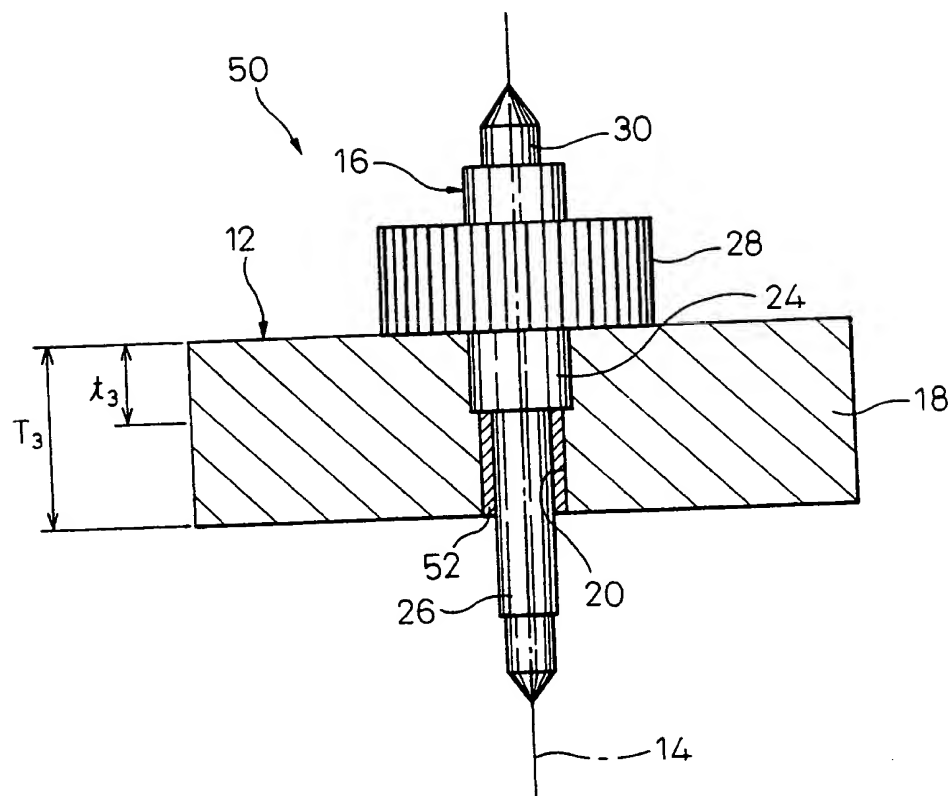
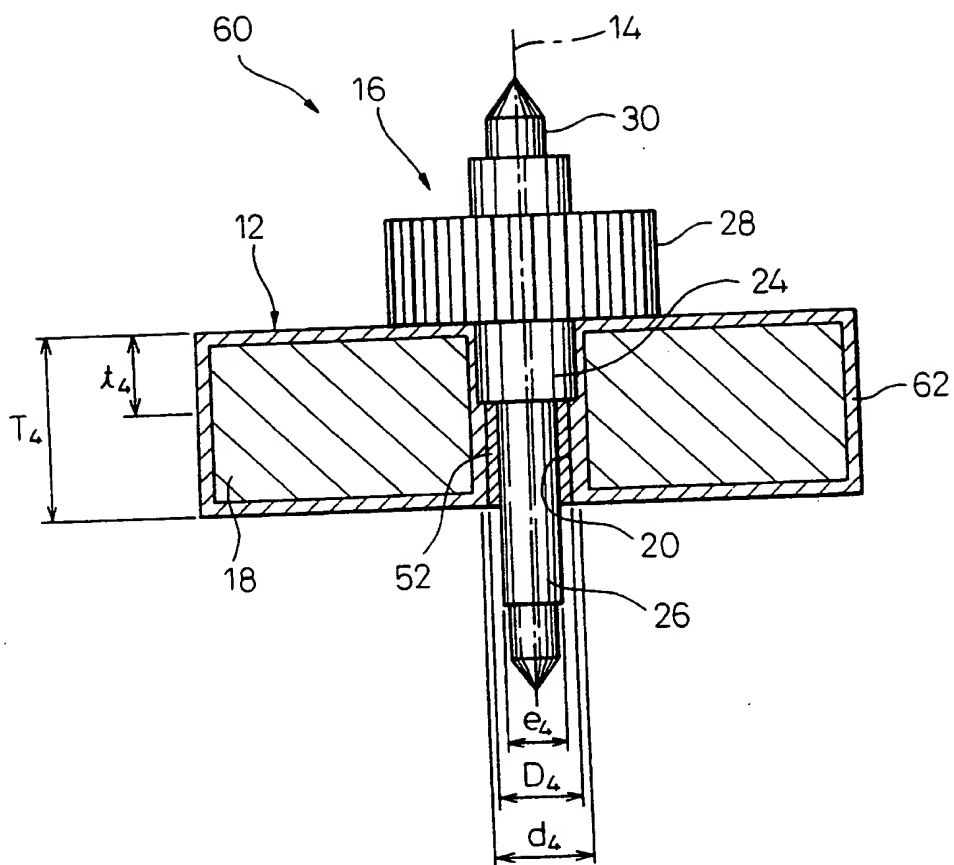


Fig. 6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP99/02189

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁶ H02K1/27, H02K1/28, H02K15/03, H02K37/00, G04C3/14

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁶ H02K1/27, H02K1/28, H02K15/03, H02K37/00, G04C3/14

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-1999
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-1999	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-1999

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP, 51-81909, A (Citizen Watch Co., Ltd.), 17 July, 1976 (17. 07. 76), Full text ; Figs. 1 to 3	1-4, 6 11-13 22, 23, 25, 26, 28
Y	Full text ; Figs. 1 to 3 (Family: none)	5, 7-10 14-21 24, 27
Y	JP, 61-130436, A (Fujitsu Ltd.), 18 June, 1986 (18. 06. 86), Full text (Family: none)	5 18-21
Y	JP, 62-236345, A (Seiko Instruments Inc.), 16 October, 1987 (16. 10. 87), Full text (Family: none)	7-10

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
22 June, 1999 (22. 06. 99)

Date of mailing of the international search report
6 July, 1999 (06. 07. 99)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP99/02189

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP, 57-21842, B2 (Suwa Seikosha K.K.), 10 May, 1982 (10. 05. 82), Page 1 & IT, 1029619, A	14, 24
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 62-56270 (Laid-open No. 63-164365) (Seiko Epson Corp.), 26 October, 1988 (26. 10. 88), Pages 2, 3 ; Fig. 2 (Family: none)	15-21 27

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP99/02189

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.⁸ H02K1/27, H02K1/28, H02K15/03, H02K37/00,
G04C3/14

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.⁸ H02K1/27, H02K1/28, H02K15/03, H02K37/00,
G04C3/14

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1926-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-1999年
日本国登録実用新案公報	1994-1999年
日本国実用新案登録公報	1996-1999年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP, 51-81909, A (シチズン時計株式会社) 17. 7月. 1976 (17. 07. 76) 全文, 第1-3図	1-4, 6 11-13 22, 23, 25, 26, 28
Y	全文, 第1-3図 (ファミリーなし)	5, 7-10 14-21 24, 27

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

- 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

- 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

22. 06. 99

国際調査報告の発送日

06.07.99

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号 100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)
安池 一貴

3V 9818

電話番号 03-3581-1101 内線 3356

C (続き) . 関連すると認められる文献		関連する
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	請求の範囲の番号
Y	JP, 61-130436, A (富士通株式会社) 18. 6月. 1986 (18. 06. 86) 全文 (ファミリーなし)	5 18-21
Y	JP, 62-236345, A (セイコー電子工業株式会社) 16. 10月. 1987 (16. 10. 87) 全文 (ファミリーなし)	7-10
Y	JP, 57-21842, B2 (株式会社諏訪精工舎) 10. 5月. 1982 (10. 05. 82) 第1頁 & IT, 1029619, A	14, 24
Y	日本国実用新案登録出願62-56270号 (日本国実用新案登録出願公開63-164365号) の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (セイコーエプソン株式会社) 26. 10月. 1988 (26. 10. 88) 第2-3頁, 第2図 (ファミリーなし)	15-21 27